

#3/4-24-02  
20

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re the Application of : **Hidetaka NATSUME**  
Filed: : **Concurrently herewith**  
For: : **SEMICONDUCTOR MEMORY DEVICE...**  
Serial No. : **Concurrently herewith**



Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

January 15, 2002

**PRIORITY CLAIM AND SUBMISSION**  
**OF PRIORITY DOCUMENT**

S I R:

Applicant hereby claims priority under 35 USC 119 from **JAPANESE** patent application no. **2001-013330** filed **January 22, 2001**, a certified copy of which is enclosed.

Any fee, due as a result of this paper, not covered by an enclosed check, may be charged to Deposit Acct. No. 50-1290.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Samson Helfgott".

Samson Helfgott  
Reg. No. 23,072

ROSENMAN & COLIN, LLP  
575 MADISON AVENUE  
IP Department  
NEW YORK, NEW YORK 10022-2584  
DOCKET NO.: NECW 19.349  
TELEPHONE: (212) 940-8800

NEC01P242

US

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

W



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-013330

出 願 人

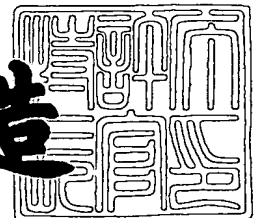
Applicant(s):

日本電気株式会社

2001年10月19日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3092795

【書類名】 特許願

【整理番号】 75010337

【提出日】 平成13年 1月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 夏目 秀隆

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088328

【弁理士】

【氏名又は名称】 金田 暢之

【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】

【識別番号】 100106297

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 克博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106138

【弁理士】

【氏名又は名称】 石橋 政幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 089681

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

特 2,001-013330

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710078

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体記憶装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一对の駆動トランジスタ及び一对の負荷トランジスタからなるフリップフロップ回路と一对の転送トランジスタとでメモリセルを構成する S R A M を有する半導体記憶装置であって、

半導体基板上に設けた第 1 導電膜で形成された第 1 導電膜配線で、前記の駆動トランジスタ、負荷トランジスタ及び転送トランジスタのそれぞれのゲート電極が構成され、

前記半導体基板上に設けられた第 1 絶縁膜に形成された埋込溝配線で、前記フリップフロップ回路の一对の入出力端子間を交差結合する一对のローカル配線の一方が構成され、

前記第 1 絶縁膜上に第 2 絶縁膜を介して設けられた第 2 導電膜で形成された第 2 導電膜配線で、前記一对のローカル配線他方が構成されることを特徴とする半導体記憶装置。

【請求項 2】 前記第 2 導電膜配線が、前記埋込溝配線の上面の少なくとも一部と前記第 2 絶縁膜を介して重なるように配置され、前記埋込溝配線と前記第 2 導電膜配線とそれらの間に介在する前記第 2 絶縁膜とで容量素子が構成されている請求項 1 記載の半導体記憶装置。

【請求項 3】 前記第 2 導電膜配線が、前記埋込溝配線の側面の一部を前記第 2 絶縁膜を介して覆うように配置され、前記埋込溝配線と前記第 2 導電膜配線とそれらの間に介在する前記第 2 絶縁膜とで容量素子が構成されている請求項 2 記載の半導体記憶装置。

【請求項 4】 前記埋込溝配線は、前記一对の駆動トランジスタのうちの一方の第 1 駆動トランジスタを構成するドレイン領域と、前記一对の負荷トランジスタのうちの一方の負荷トランジスタであって前記第 1 駆動トランジスタと共通の第 1 導電膜配線 A で構成されるゲート電極をもつ第 1 負荷トランジスタを構成するドレイン領域と、他方の第 2 駆動トランジスタ及び他方の第 2 負荷トランジスタのゲート電極を構成する第 1 導電膜配線 B とに接触するように配置され、

前記第 2 導電膜配線は、前記第 1 導電膜配線 A に達するコンタクト部と、前記第 2 駆動トランジスタのドレイン領域に達するコンタクト部と、前記第 2 負荷トランジスタのドレイン領域に達するコンタクト部とに接している請求項 1、2 又は 3 記載の半導体記憶装置。

【請求項 5】 前記第 1 導電膜配線 B は、前記第 2 駆動トランジスタのドレイン領域と前記第 2 負荷トランジスタのドレイン領域との間で分岐し、この分岐した配線部分が前記埋込溝配線と接触している請求項 4 記載の半導体記憶装置。

【請求項 6】 前記の分岐した配線部分と前記埋込溝配線との接触領域は、基板上面から見て、前記第 1 導電膜配線 A に達するコンタクト部、前記第 2 駆動トランジスタのドレイン領域に達するコンタクト部、および前記第 2 負荷トランジスタのドレイン領域に達するコンタクト部のいずれからも等距離にある点を含んでいることを特徴とする請求項 5 記載の半導体記憶装置。

【請求項 7】 前記一对の駆動トランジスタ、前記一对の負荷トランジスタ及び前記一对の転送トランジスタのそれぞれのゲート電極、ソース領域及びドレイン領域の表面に高融点金属シリサイド層が形成されている請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の半導体記憶装置。

【請求項 8】 一对の駆動トランジスタ及び一对の負荷トランジスタからなるフリップフロップ回路と一对の転送トランジスタとでメモリセルを構成する SRAM を有する半導体記憶装置の製造方法であって、

半導体基板上に、前記駆動トランジスタ、前記負荷トランジスタ及び前記転送トランジスタのそれぞれのソース領域及びドレイン領域を形成するための活性領域を形成する工程と、

前記駆動トランジスタ、前記負荷トランジスタ及び前記転送トランジスタのそれぞれのゲート電極を構成する配線として、前記半導体基板上に第 1 導電膜を形成した後、この第 1 導電膜をパターニングして第 1 導電膜配線を形成する工程と、

前記フリップフロップ回路の一对の入出力端子間を交差結合する一对のローカル配線の一方の配線として、前記半導体基板上に第 1 絶縁膜を形成した後、この第 1 絶縁膜に埋込溝配線を形成する工程と、

前記一对のローカル配線の他方の配線として、前記第1絶縁膜上に第2絶縁膜を形成した後、第2導電膜を形成し、この第2導電膜をパターンニングして第2導電膜配線を形成する工程、を含むことを特徴とする半導体記憶装置の製造方法。

【請求項9】 前記第2導電膜配線を、前記埋込溝配線の上面の少なくとも一部と前記第2絶縁膜を介して重なるように配置し、前記埋込溝配線と前記第2導電膜配線とそれらの間に介在する前記第2絶縁膜とで容量素子を構成する請求項8記載の半導体記憶装置の製造方法。

【請求項10】 一对の駆動トランジスタ及び一对の負荷トランジスタからなるフリップフロップ回路と一对の転送トランジスタとでメモリセルを構成するSRAMを有する半導体記憶装置の製造方法であって、

半導体基板上に、前記駆動トランジスタ、前記負荷トランジスタ及び前記転送トランジスタのそれぞれのソース領域及びドレイン領域を形成するための活性領域を形成する工程と、

前記駆動トランジスタ、前記負荷トランジスタ及び前記転送トランジスタのそれぞれのゲート電極を構成する配線として、前記半導体基板上に第1導電膜を形成した後、この第1導電膜をパターンニングして第1導電膜配線を形成する工程と、

前記フリップフロップ回路の一对の入出力端子間を交差結合する一对のローカル配線の一方の配線として、前記半導体基板上に第1絶縁膜を形成した後、この第1絶縁膜に埋込溝配線を形成する工程と、

前記埋込溝配線の側面の一部を露出させる工程と、

前記第1絶縁膜上に第2絶縁膜を形成した後、第2導電膜を形成し、この第2導電膜を前記埋込溝配線の側面の一部及び上面と前記第2絶縁膜を介して重なるようにパターンニングして、前記一对のローカル配線の他方の配線を構成する第2導電膜配線を形成し、前記埋込溝配線の側面の一部及び上面と前記第2導電膜配線とそれらの間に介在する前記第2絶縁膜とで構成される容量素子を形成する工程、を含むことを特徴とする半導体記憶装置の製造方法。

【請求項11】 前記埋込溝配線は、前記一对の駆動トランジスタのうちの一方の第1駆動トランジスタを構成するドレイン領域と、前記一对の負荷トラン

ジスタのうちの一方向の負荷トランジスタであって第 1 駆動トランジスタと共通の第 1 導電膜配線 A で構成されるゲート電極をもつ第 1 負荷トランジスタを構成するドレイン領域と、他方の第 2 駆動トランジスタ及び他方の第 2 負荷トランジスタのゲート電極を構成する第 1 導電膜配線 B とに接触するように形成し、

前記第 2 導電膜配線は、前記第 1 導電膜配線 A に達するコンタクト孔と、前記第 2 駆動トランジスタのドレイン領域に達するコンタクト孔と、前記第 2 負荷トランジスタのドレイン領域に達するコンタクト孔とを同時に形成した後にこれらのコンタクト孔に導電性材料を埋め込んで形成したコンタクト部のいずれにも接触するように形成する請求項 8、9 又は 10 記載の半導体記憶装置の製造方法。

【請求項 12】 前記第 1 導電膜配線 B を、前記第 2 駆動トランジスタのドレイン領域と前記第 2 負荷トランジスタのドレイン領域との間で分岐した形状になるように形成し、前記埋込溝配線を、この分岐した配線部分に接触するように形成する請求項 11 記載の半導体記憶装置の製造方法。

【請求項 13】 前記一对の駆動トランジスタ、前記一对の負荷トランジスタ及び前記一对の転送トランジスタのそれぞれのソース領域及びドレイン領域の表面ならびにゲート電極を構成する前記第 1 導電膜配線の表面に高融点金属シリサイド層を形成する工程を有する請求項 8～12 のいずれか 1 項に記載の半導体記憶装置の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体記憶装置およびその製造方法に関し、より詳しくは S R A M (スタティックランダムアクセスメモリ: Static Random Access Memory) を有する半導体記憶装置およびその製造方法に関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

半導体記憶素子である S R A M メモリセルの基本的な構造について図面を用いて説明する。

##### 【0003】



S R A M メモリセルは、図 2 2 の回路図に示すように、情報蓄積部としてのフリップフロップ回路、及び情報の書き込み・読み出しを行うデータ線（ビット線  $B L_1$ 、 $B L_2$ ）とフリップフロップ回路との導通を制御する一対の転送トランジスタ  $T_1$ 、 $T_2$  で構成されている。そして、フリップフロップ回路は、例えば一対の C M O S インバータで構成され、それぞれの C M O S インバータは、一つの駆動トランジスタ  $D_1$  ( $D_2$ ) と一つの負荷トランジスタ  $P_1$  ( $P_2$ ) で構成される。

## 【 0 0 0 4 】

転送トランジスタ  $T_1$  ( $T_2$ ) のソース／ドレイン領域の一方は、負荷トランジスタ  $P_1$  ( $P_2$ ) 及び駆動トランジスタ  $D_1$  ( $D_2$ ) のドレインに接続され、他方はビット線  $B L_1$  ( $B L_2$ ) に接続されている。また、一対の転送トランジスタ  $T_1$ 、 $T_2$  のゲートはそれぞれワード線  $W L$  の一部を構成し、互いに接続されている。

## 【 0 0 0 5 】

C M O S インバータの一方を構成する駆動トランジスタ  $D_1$  及び負荷トランジスタ  $P_1$  のゲートは、他方の C M O S インバータを構成する駆動トランジスタ  $D_2$  及び負荷トランジスタ  $P_2$  のドレイン（蓄積ノード  $N_2$ ）に接続されている。また、この他方の C M O S インバータを構成する駆動トランジスタ  $D_2$  及び負荷トランジスタ  $P_2$  のゲートは、前記一方の C M O S インバータを構成する駆動トランジスタ  $D_1$  及び負荷トランジスタ  $P_1$  のドレイン（蓄積ノード  $N_1$ ）に接続されている。このように、一対の C M O S インバータ間において、一方の C M O S インバータの入出力部と他方の C M O S インバータのゲートとが互いにローカル配線（局所配線）と呼ばれる一対の配線  $L_1$ 、 $L_2$  を介してクロスカップル（交差結合）されている。

## 【 0 0 0 6 】

そして、駆動トランジスタ  $D_1$ 、 $D_2$  のソース領域には、基準電圧（ $V_{ss}$ 、例えば  $G N D$ ）が供給され、負荷トランジスタ  $P_1$ 、 $P_2$  のソース領域には、電源電圧（ $V_{cc}$ ）が供給される。

## 【 0 0 0 7 】

以上に説明した S R A M セルは、ノイズに強く、待機時の消費電力が小さい等

の優れた素子特性を有する。また、従来、この種のSRAMセルは、素子特性の点から、できるだけ素子構造の対称性を損なわないように（すなわち、アンバランス性を抑えるように）材料の選択やレイアウトがなされている。

## 【0008】

しかしながら、上述のSRAMセルは、1メモリセルに6トランジスタが必要なこと、多数の配線が必要なこと、及び同一セル内にp型MOSとn型MOSの素子分離が必要であることから、セル面積が大きくなりやすいという問題を有している。また、製造においては工程数が多いという問題を有している。

## 【0009】

従来、6トランジスタ形SRAMセルの構造や製造方法については種々の提案がなされている。

## 【0010】

例えば、M.Inohara et al., Symp. on VLSI Tech., 64 (1998) には、一对のローカル配線のいずれもメタルダマシンプロセスで形成する方法が記載されている。この方法では、互いに異なる層に埋込溝配線であるタングステン(W)ローカル配線を形成することによりクロスカップルを形成している。そして、基板の活性領域に達するWプラグと一方(下層)のローカル配線とを同時に開孔して形成しているため、フォトマスクや工程数を増やすことなくSRAMメモリセルを作製できることが記載されている。しかしながら、この方法では、他方(上層)のローカル配線を形成するには、下層のローカル配線との接触を避けるように配置しなければならず、十分なセルサイズの縮小化は達成されていない。

## 【0011】

また、特開平11-251457号公報には、6トランジスタ形セルの製造において、一对のローカル配線の両方をメタルダマシンプロセスで形成し、かつ同一層に配置することが記載されている。この方法においても、一对のローカル配線を相互に接触をさけるように配置する必要があるため、十分なセルサイズの縮小化は困難である。

## 【0012】

一方、特開平9-260510号公報には、6トランジスタ形のSRAMメモ

リセルとして、メモリセルサイズの縮小と $\alpha$ 線ソフトエラー耐性の向上を目的とした、以下の素子構造が記載されている。また、同様な構成が、F. Ootsuka et al., IEDM, 205 (1998) にも記載されている。

#### 【0013】

この構造は、クロスカップルを構成する一対のローカル配線が、異なる導電層をそれぞれエッチングして形成されたものであり、上層のローカル配線が下層のローカル配線と重なり合うように配置され、さらに、これらのローカル配線とこれらのローカル配線間に介在する絶縁膜（容量絶縁膜）とで容量素子が構成されている。

#### 【0014】

しかしながらこのような素子構造では、その製造において、一対のローカル配線のそれぞれに対してコンタクト孔を形成する必要があるため、工程数が多くなる。また、この構造では、ローカル配線がゲート電極の上部にまで薄い絶縁膜を介して比較的広範囲に配置されているが、このような凹凸が大きい基板表面に導電膜パターンを形成しようとする、異方性エッチング等による導電膜のパターニングの際、段差付近の導電膜を除去しにくいため、不必要な箇所に導電膜が残留する等の問題が生じる。また、このような凹凸の大きい表面に、容量絶縁膜を形成しようとする、段差付近で膜厚が厚くなりやすく、段差付近の膜厚を薄くしようすると平坦部では薄くなりすぎて絶縁性を損なうといった問題が生じ、薄く且つ均一な容量絶縁膜を形成することは困難である。

#### 【0015】

##### 【発明が解決しようとする課題】

そこで本発明の目的は、工程数を著しく増大させることなく、容易に、SRAMのメモリセルサイズを縮小可能な技術を提供することにある。さらに、SRAMの $\alpha$ 線ソフトエラー耐性を向上させる技術を提供することにある。

#### 【0016】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、一対の駆動トランジスタ及び一対の負荷トランジスタからなるフリップフロップ回路と一対の転送トランジスタとでメモリセルを構成するSRAM

を有する半導体記憶装置であって、

半導体基板上に設けた第1導電膜で形成された第1導電膜配線で、前記の駆動トランジスタ、負荷トランジスタ及び転送トランジスタのそれぞれのゲート電極が構成され、

前記半導体基板上に設けられた第1絶縁膜に形成された埋込溝配線で、前記フリップフロップ回路の一对の入出力端子間を交差結合する一对のローカル配線の一方が構成され、

前記第1絶縁膜上に第2絶縁膜を介して設けられた第2導電膜で形成された第2導電膜配線で、前記一对のローカル配線の他方が構成されることを特徴とする半導体記憶装置に関する。

【0017】

また本発明は、前記第2導電膜配線が、前記埋込溝配線の上面の少なくとも一部と前記第2絶縁膜を介して重なるように配置され、前記埋込溝配線と前記第2導電膜配線とそれらの間に介在する前記第2絶縁膜とで容量素子が構成されている上記の半導体記憶装置に関する。

【0018】

また本発明は、前記第2導電膜配線が、前記埋込溝配線の側面の一部を前記第2絶縁膜を介して覆うように配置され、前記埋込溝配線と前記第2導電膜配線とそれらの間に介在する前記第2絶縁膜とで容量素子が構成されている上記の半導体記憶装置に関する。

【0019】

また本発明は、前記埋込溝配線が、前記一对の駆動トランジスタのうちの一方の第1駆動トランジスタを構成するドレイン領域と、前記一对の負荷トランジスタのうちの一方の負荷トランジスタであって前記第1駆動トランジスタと共通の第1導電膜配線Aで構成されるゲート電極をもつ第1負荷トランジスタを構成するドレイン領域と、他方の第2駆動トランジスタ及び他方の第2負荷トランジスタのゲート電極を構成する第1導電膜配線Bとに接触するように配置され、

前記第2導電膜配線は、前記第1導電膜配線Aに達するコンタクト部と、前記第2駆動トランジスタのドレイン領域に達するコンタクト部と、前記第2負荷ト

ランジスタのドレイン領域に達するコンタクト部とに接している上記の半導体記憶装置に関する。

【0020】

また本発明は、前記第1導電膜配線Bが、前記第2駆動トランジスタのドレイン領域と前記第2負荷トランジスタのドレイン領域との間で分岐し、この分岐した配線部分が前記埋込溝配線と接触している上記の半導体記憶装置に関する。

【0021】

また本発明は、前記の分岐した配線部分と前記埋込溝配線との接触領域が、基板上面から見て、前記第1導電膜配線Aに達するコンタクト部、前記第2駆動トランジスタのドレイン領域に達するコンタクト部、および前記第2負荷トランジスタのドレイン領域に達するコンタクト部のいずれからも等距離にある点を含んでいることを特徴とする上記の半導体記憶装置に関する。

【0022】

また本発明は、前記一对の駆動トランジスタ、前記一对の負荷トランジスタ及び前記一对の転送トランジスタのそれぞれのゲート電極、ソース領域及びドレイン領域の表面に高融点金属シリサイド層が形成されている上記の半導体記憶装置に関する。

【0023】

また本発明は、一对の駆動トランジスタ及び一对の負荷トランジスタからなるフリップフロップ回路と一对の転送トランジスタとでメモリセルを構成するSRAMを有する半導体記憶装置の製造方法であって、

半導体基板上に、前記駆動トランジスタ、前記負荷トランジスタ及び前記転送トランジスタのそれぞれのソース領域及びドレイン領域を形成するための活性領域を形成する工程と、

前記駆動トランジスタ、前記負荷トランジスタ及び前記転送トランジスタのそれぞれのゲート電極を構成する配線として、前記半導体基板上に第1導電膜を形成した後、この第1導電膜をパターンニングして第1導電膜配線を形成する工程と

前記フリップフロップ回路の一对の入出力端子間を交差結合する一对のローカ

ル配線の一方の配線として、前記半導体基板上に第1絶縁膜を形成した後、この第1絶縁膜に埋込溝配線を形成する工程と、

前記一对のローカル配線の他方の配線として、前記第1絶縁膜上に第2絶縁膜を形成した後、第2導電膜を形成し、この第2導電膜をパターニングして第2導電膜配線を形成する工程、を含むことを特徴とする半導体記憶装置の製造方法に関する。

【0024】

また本発明は、前記第2導電膜配線を、前記埋込溝配線の上面の少なくとも一部と前記第2絶縁膜を介して重なるように配置し、前記埋込溝配線と前記第2導電膜配線とそれらの間に介在する前記第2絶縁膜とで容量素子を構成する上記の半導体記憶装置の製造方法に関する。

【0025】

また本発明は、一对の駆動トランジスタ及び一对の負荷トランジスタからなるフリップフロップ回路と一对の転送トランジスタとでメモリセルを構成するSRAMを有する半導体記憶装置の製造方法であって、

半導体基板上に、前記駆動トランジスタ、前記負荷トランジスタ及び前記転送トランジスタのそれぞれのソース領域及びドレイン領域を形成するための活性領域を形成する工程と、

前記駆動トランジスタ、前記負荷トランジスタ及び前記転送トランジスタのそれぞれのゲート電極を構成する配線として、前記半導体基板上に第1導電膜を形成した後、この第1導電膜をパターニングして第1導電膜配線を形成する工程と、

前記フリップフロップ回路の一对の入出力端子間を交差結合する一对のローカル配線の一方の配線として、前記半導体基板上に第1絶縁膜を形成した後、この第1絶縁膜に埋込溝配線を形成する工程と、

前記埋込溝配線の側面の一部を露出させる工程と、

前記第1絶縁膜上に第2絶縁膜を形成した後、第2導電膜を形成し、この第2導電膜を前記埋込溝配線の側面の一部及び上面と前記第2絶縁膜を介して重なるようにパターニングして、前記一对のローカル配線の他方の配線を構成する第2

導電膜配線を形成し、前記埋込溝配線の側面の一部及び上面と前記第2導電膜配線とそれらの間に介在する前記第2絶縁膜とで構成される容量素子を形成する工程、を含むことを特徴とする半導体記憶装置の製造方法に関する。

## 【0026】

また本発明は、前記埋込溝配線を、前記一对の駆動トランジスタのうちの一方向の第1駆動トランジスタを構成するドレイン領域と、前記一对の負荷トランジスタのうちの一方向の負荷トランジスタであって第1駆動トランジスタと共通の第1導電膜配線Aで構成されるゲート電極をもつ第1負荷トランジスタを構成するドレイン領域と、他方の第2駆動トランジスタ及び他方の第2負荷トランジスタのゲート電極を構成する第1導電膜配線Bとに接触するように形成し、

前記第2導電膜配線は、前記第1導電膜配線Aに達するコンタクト孔と、前記第2駆動トランジスタのドレイン領域に達するコンタクト孔と、前記第2負荷トランジスタのドレイン領域に達するコンタクト孔とを同時に形成した後にこれらのコンタクト孔に導電性材料を埋め込んで形成したコンタクト部のいずれにも接触するように形成する上記の半導体記憶装置の製造方法に関する。

## 【0027】

また本発明は、前記第1導電膜配線Bを、前記第2駆動トランジスタのドレイン領域と前記第2負荷トランジスタのドレイン領域との間で分岐した形状になるように形成し、前記埋込溝配線を、この分岐した配線部分に接触するように形成する上記の半導体記憶装置の製造方法に関する。

## 【0028】

また本発明は、前記一对の駆動トランジスタ、前記一对の負荷トランジスタ及び前記一对の転送トランジスタのそれぞれのソース領域及びドレイン領域の表面ならびにゲート電極を構成する前記第1導電膜配線の表面に高融点金属シリサイド層を形成する工程を有する上記の半導体記憶装置の製造方法に関する。

## 【0029】

本発明によれば、一对のローカル配線を異なる導電層に形成することにより、ローカル配線同士を部分的に重なり合うように配置することができるため、メモリセルの占有面積を縮小することができる。

## 【0030】

また本発明によれば、ローカル配線の一方とローカル配線の他方とこれらの間に介在する絶縁膜とで容量素子を構成することができるため、メモリセルサイズの微細化や動作電圧の低下に伴う $\alpha$ 線ソフトエラー耐性の低下を防ぐことができる。

## 【0031】

また本発明によれば、下層に設ける一方のローカル配線を埋込溝配線で構成することにより、この下層のローカル配線の形成と同時に接続プラグを形成することができるため、少ない工程数で製造することができる。さらに、下層に設ける一方のローカル配線を埋込溝配線で構成することにより、平坦性が向上するため、上層に設ける容量絶縁膜や他方のローカル配線を容易に薄く且つ均一に形成することが可能となり、歩留まりや素子特性を向上させることができる。

## 【0032】

また、本発明によれば、ソース／ドレイン領域、あるいはさらにゲート電極上に低抵抗材料である高融点金属シリサイド層を形成したことにより、SRAM構造の対称性に依らず、より一層の高速動作を実現することができる。

## 【0033】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態について説明する。

## 【0034】

本実施形態のSRAMのメモリセルは、図1に示すように、ワード線WLと一对のビット線BL<sub>1</sub>、BL<sub>2</sub>との交差部に配置され、一对の駆動トランジスタD<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>と一对の負荷トランジスタP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>と一对の転送トランジスタT<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>で構成されている。ここで、一对の駆動トランジスタD<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>と一对の転送トランジスタT<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>はnチャネル型で構成され、一对の負荷トランジスタP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>はpチャネル型で構成されている。

## 【0035】

一对の駆動トランジスタD<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>と一对の負荷トランジスタP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>は、1ビットの情報を記憶する情報蓄積部としてのフリップフロップ回路を構成している



。このフリップフロップ回路は、一对のCMOSインバータで構成され、それぞれのCMOSインバータは、一つの駆動トランジスタ $D_1$  ( $D_2$ ) と一つの負荷トランジスタ $P_1$  ( $P_2$ ) で構成される。

## 【0036】

転送トランジスタ $T_1$  ( $T_2$ ) のソース／ドレイン領域の一方は、負荷トランジスタ $P_1$  ( $P_2$ ) 及び駆動トランジスタ $D_1$  ( $D_2$ ) のドレインに接続され、他方はビット線 $BL_1$  ( $BL_2$ ) に接続されている。また、一对の転送トランジスタ $T_1$ 、 $T_2$ のゲートはそれぞれワード線 $WL$ の一部を構成し、互いに接続されている。

## 【0037】

CMOSインバータの一方を構成する駆動トランジスタ $D_1$ 及び負荷トランジスタ $P_1$ のゲートは、他方のCMOSインバータを構成する駆動トランジスタ $D_2$ 及び負荷トランジスタ $P_2$ のドレイン（蓄積ノード $N_2$ ）に接続されている。また、この他方のCMOSインバータを構成する駆動トランジスタ $D_2$ 及び負荷トランジスタ $P_2$ のゲートは、前記一方のCMOSインバータを構成する駆動トランジスタ $D_1$ 及び負荷トランジスタ $P_1$ のドレイン（蓄積ノード $N_1$ ）に接続されている。このように、一对のCMOSインバータ間において、一方のCMOSインバータの入出力部（蓄積ノード）と他方のCMOSインバータのゲートとが互いにローカル配線（局所配線）と呼ばれる一对の配線 $L_1$ 、 $L_2$ を介してクロスカップル（交差結合）されている。

## 【0038】

そして、駆動トランジスタ $D_1$ 、 $D_2$ のソース領域には、基準電圧（ $V_{ss}$ 、例えば $GND$ ）が供給され、負荷トランジスタ $P_1$ 、 $P_2$ のソース領域には、電源電圧（ $V_{cc}$ ）が供給される。

## 【0039】

本実施形態では、一对のローカル配線 $L_1$ 、 $L_2$ を異なる層に配置し、下層のローカル配線を埋込溝配線で構成し、上層のローカル配線をプレート状の導電膜で構成し、基板上面（平面）から見て、上層のローカル配線（プレート状配線）の一部が下層のローカル配線（埋込溝配線）の上面の少なくとも一部と絶縁膜を介

して重なるように配置する。下層のローカル配線（埋込溝配線）と上層のローカル配線（プレート状配線）とこれらの間に介在する絶縁膜とで容量素子が構成される。

#### 【0040】

埋込溝配線は厚く（深さ方向に長く）、プレート状の導電膜配線は上面の面積が大きいため、いずれの配線も、微細なライン状の導電性薄膜からなる配線に対して配線抵抗を低減することができる。

#### 【0041】

上記SRAMメモリセルの具体的な構造をさらに図面を用いて説明する。

#### 【0042】

図2はメモリセルの平面図、図3（a）は図2のa-a'線断面図、図3（b）は図2のb-b'線断面図である。なお、平面図においては、絶縁膜、ビット線およびビット線に接続するプラグを省略している。

#### 【0043】

メモリセルを構成する6個のトランジスタは、単結晶シリコンからなる半導体基板上の素子分離5によって周囲を囲まれた活性領域ARに形成されている。nチャネル型の駆動トランジスタ $D_1$ 、 $D_2$ 及び転送トランジスタ $T_1$ 、 $T_2$ はp型ウェル領域に形成されており、pチャネル型の負荷トランジスタ $P_1$ 、 $P_2$ はn型ウェル領域に形成されている。

#### 【0044】

一对の転送トランジスタ $T_1$ 、 $T_2$ のそれぞれは、p型ウェルの活性領域に形成されたn型ソース／ドレイン領域13aと、この活性領域の表面に形成されたゲート酸化膜7と、このゲート酸化膜7上に形成されたゲート電極8で構成されている。このゲート電極8は、例えば、不純物導入多結晶シリコン膜と高融点金属シリサイド膜（タングステンシリサイド膜、コバルトシリサイド膜、チタンシリサイド膜等）の積層構造を有し、ワード線WLと一体に構成されている。ワード線WLは、第1方向（図2中では左右方向）に延在して設けられ、一对の転送トランジスタはこの第1方向に沿って互いに隣接して配置されている。また、一对の転送トランジスタはそのゲート長方向が第1方向と直交する第2方向（図2中

では上下方向)と一致するように配置されている。

【0045】

一対の駆動トランジスタ $D_1$ 、 $D_2$ のそれぞれは、p型ウェルの活性領域に形成されたn型ソース／ドレイン領域13aと、この活性領域の表面に形成されたゲート酸化膜7と、このゲート酸化膜7上に形成されたゲート電極9、10で構成されている。このゲート電極9、10は、例えば、不純物導入多結晶シリコン膜と高融点金属シリサイド膜(タングステンシリサイド膜、コバルトシリサイド膜、チタンシリサイド膜等)の積層構造を有している。駆動用トランジスタ $D_1$ のドレイン領域は、転送トランジスタ $T_1$ のソース／ドレイン領域の一方と共通の活性領域に形成され、駆動用トランジスタ $D_2$ のドレイン領域は、転送トランジスタ $T_2$ のソース／ドレイン領域の一方と共通の活性領域に形成されている。

【0046】

一対の負荷トランジスタ $P_1$ 、 $P_2$ のそれぞれは、n型ウェルの活性領域に形成されたp型ソース／ドレイン領域13bと、この活性領域の表面に形成されたゲート酸化膜7と、このゲート酸化膜7上に形成されたゲート電極9、10で構成されている。負荷トランジスタ $P_1$ のゲート電極9は駆動トランジスタ $D_1$ のゲート電極と一体に構成されており、負荷トランジスタ $P_2$ のゲート電極10は駆動トランジスタ $D_2$ のゲート電極と一体に構成されている。

【0047】

駆動トランジスタ $D_1$ は、前記第2の方向において、転送トランジスタ $T_1$ と負荷トランジスタ $P_1$ との間に配置されている。駆動トランジスタ $D_2$ は、前記第2の方向において、転送トランジスタ $T_2$ と負荷トランジスタ $P_2$ との間に配置されている。一対の駆動トランジスタ及び一対の負荷トランジスタのそれぞれは、そのゲート長方向が前記第1方向と一致するように配置されている。

【0048】

一対の駆動トランジスタ、一対の負荷トランジスタ及び一対の転送トランジスタのそれぞれのソース／ドレイン領域の表面には、シート抵抗や接続プラグとの接続抵抗を低減する目的でチタンシリサイドやコバルトシリサイド等の高融点金属シリサイド層(不図示)を設けていることが好ましい。

## 【 0 0 4 9 】

一対の駆動トランジスタ、一対の負荷トランジスタ及び一対の転送トランジスタのそれぞれを構成するゲート電極の側壁にはサイドウォール 1 2 が形成されている。また、ゲート電極の上部にはシリコン酸化膜等からなるキャップ層（不図示）が設けられていてもよい。

## 【 0 0 5 0 】

6 個のトランジスタの上部には、シリコン窒化膜 1 4 が形成されており、このシリコン窒化膜 1 4 の上部には厚さ 3 0 0 ~ 1 0 0 0 n m 程度の P S G や B P S G 等からなる第 1 層間絶縁膜 1 5 が形成されている。

## 【 0 0 5 1 】

この第 1 層間絶縁膜 1 5 には、一対のローカル配線の一方である埋込溝配線 1 6 ( $L_1$ ) が形成されている。この埋込溝配線 1 6 ( $L_1$ ) は、第 1 層間絶縁膜 1 5 を開孔して形成された溝に W 等の導電性金属が埋め込まれてなる。この埋込溝配線 1 6 ( $L_1$ ) の一端部は、駆動トランジスタ  $D_1$  のドレイン領域と電氣的に接続され、他端部は、負荷トランジスタ  $P_1$  のドレイン領域と電氣的に接続されている。さらに、埋込溝配線 1 6 ( $L_1$ ) の中央部は、駆動トランジスタ  $D_2$  と負荷トランジスタ  $P_2$  に共通のゲート電極 1 0 と電氣的に接続されている。このゲート電極 1 0 は、駆動トランジスタ  $D_2$  のドレイン領域と負荷トランジスタ  $P_2$  のドレイン領域との間でトランジスタ  $D_1$ 、 $P_1$  方向へ分岐し、この分岐した部分が前記埋込溝配線 1 6 の中央部と接触している。この接触部は、上面からみて、後述の三つのコンタクトプラグ 1 8、1 9、2 0 のいずれからほぼ等距離に配置することが好ましい。その際、埋込溝配線 1 6 ( $L_1$ ) 形状は、上面からみて、長方形の帯形状をとることもできるが、図 2 の平面図に示すように、両端部に対してトランジスタ  $D_2$ 、 $P_2$  側へ張り出すように折れ曲がった帯形状であってもよい。これにより十分なマージンを確保できる。

## 【 0 0 5 2 】

埋込溝配線 1 6 ( $L_1$ ) が形成された第 1 層間絶縁膜 1 5 上には、シリコン酸化膜等からなる厚さ 1 0 n m ~ 1 5 0 n m 程度の第 2 層間絶縁膜 1 7 が形成されている。そして、この第 2 層間絶縁膜 1 7 及び第 1 層間絶縁膜 1 5 に開孔された

接続孔にW等の導電性金属が埋め込まれてなる接続プラグが設けられている。これらの接続プラグは、6個のトランジスタのソース/ドレイン領域にそれぞれ接続するプラグ19～26と、駆動トランジスタ $D_1$ と負荷トランジスタ $P_1$ に共通のゲート電極9に接続するプラグ18である。

## 【0053】

第2層間絶縁膜17の上部には、厚さ100～200nm程度のTiN等からなるローカル配線27 ( $L_2$ ) が形成されている。ローカル配線27 ( $L_2$ ) は、駆動トランジスタ $D_1$ と負荷トランジスタ $P_1$ に共通のゲート電極9に接続するプラグ18、駆動トランジスタ $D_2$ のドレイン領域に接続するプラグ19、負荷トランジスタ $P_2$ のドレイン領域に接続するプラグ20に電氣的に接続するように設けられている。また、ローカル配線27 ( $L_2$ ) の一部が、他方のローカル配線である前記埋込溝配線16 ( $L_1$ ) の上面の少なくとも一部と第2層間絶縁膜17を介して重なるように配置される。ローカル配線27 ( $L_2$ ) と埋込溝配線16 ( $L_1$ ) とそれらの間に介在する第2層間絶縁膜とで容量素子が構成される。容量素子を設ける点からは、

ローカル配線27 ( $L_2$ ) が、埋込溝配線16 ( $L_1$ ) の上面をできるだけ覆うことが好ましく、図2に示す構成ではローカル配線27 ( $L_2$ ) が、埋込溝配線16 ( $L_1$ ) の上面全体を覆っている。

## 【0054】

なお、接続プラグ21～26上にはそれぞれ、上層からのビアプラグとの接続を容易にするために、ローカル配線27 ( $L_2$ ) と同時にパターニング形成された矩形の導電膜パターン28～33が形成されている。

## 【0055】

ローカル配線27 ( $L_2$ ) が形成された第2層間絶縁膜17の上部には、シリコン酸化膜等からなる第3層間絶縁膜34が形成され、その上部には、電源電圧Vccが印加される電源電圧線41、及び基準電圧Vssが印加される基準電圧線42が前記第1方向に沿って形成されている。電源電圧線41は、第3層間絶縁膜34に設けられた接続プラグ(ビアプラグ)36、37と第1及び第2層間絶縁膜に設けられた接続プラグ22、23を介して、それぞれ負荷トランジスタ $P_1$

、 $P_2$ のソース領域に電氣的に接続されている。基準電圧線42は、第3層間絶縁膜34に設けられた接続プラグ（ビアプラグ）35、38と第1及び第2層間絶縁膜に設けられた接続プラグ21、24を介して、それぞれ駆動トランジスタ $D_1$ 、 $D_2$ のソース領域に電氣的に接続されている。これらの配線は、例えば、パターニングされたアルミ膜や、アルミ膜の上部には反射防止膜として下部にはバリアメタル膜としてTiN等からなる膜が配置された積層膜で構成することができる。

## 【0056】

なお、転送トランジスタ $T_1$ 、 $T_2$ のソース／ドレイン領域の一方に電氣的に接続されるように第3層間絶縁膜34に設けたプラグ39、40の上部にはそれぞれ、上層からのビアプラグとの接続を容易にするために、電源電圧線41及び基準電圧線42と同時にパターニング形成された矩形の導電膜パターン43、44が形成されている。

## 【0057】

電源電圧線41及び基準電圧線42が形成された第3層間絶縁膜34の上部には、シリコン酸化膜等からなる第4層間絶縁膜（不図示）が形成され、その上部には、前記第2方向に沿って一対のビット線 $BL_1$ 、 $BL_2$ （不図示）が形成されている。一方のビット線 $BL_1$ は、第4層間絶縁膜に設けられた接続プラグ（ビアプラグ）と第3層間絶縁膜に設けられた接続プラグ40と第1及び第2層間絶縁膜に設けられた接続プラグ26を介して転送トランジスタ $T_1$ のソース／ドレイン領域の一方に電氣的に接続されている。他方のビット線 $BL_2$ は、第4層間絶縁膜に設けられた接続プラグ（ビアプラグ）と第3層間絶縁膜に設けられた接続プラグ39と第1及び第2層間絶縁膜並びに第3層間絶縁膜に設けられた接続プラグ25を介して転送トランジスタ $T_2$ のソース／ドレイン領域の一方に電氣的に接続されている。これらの配線は、例えば、パターニングされたアルミ膜や、アルミ膜の上部には反射防止膜として下部にはバリアメタル膜としてTiN等からなる膜が配置された積層膜で構成することができる。

## 【0058】

本発明のその他の実施の形態として、上述の構造において容量素子の構成が、

基板上面から見て、上層のローカル配線（プレート状配線）の一部が下層のローカル配線（埋込溝配線）の上面の少なくとも一部と絶縁膜を介して重なるように配置されていることに加え、上層のローカル配線（プレート状配線）の一部が、下層のローカル配線（埋込溝配線）の側面（深さ方向に沿った面）を絶縁膜を介して部分的に覆うように配置されている構造をとってもよい。この構造によれば、下層のローカル配線（埋込溝配線）の上面だけでなく側面においても容量素子を構成しているため、素子の容量を増加させることができる。図 2 1 に、この実施の形態の一例の断面図（図 2 の平面図に対応）を示す。

## 【 0 0 5 9 】

次に、本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を図面を用いて説明する。なお、平面図においては絶縁膜を適宜省略して表記する。

## 【 0 0 6 0 】

まず、p 型単結晶シリコンからなる半導体基板 1 の主面に常法によりシリコン酸化膜 2 及びシリコン窒化膜 3 を順次形成する。続いて、常法により形成した所定のパターン形状をもつフォトリジストをマスクにしてドライエッチングを行い、シリコン窒化膜 3 及びシリコン酸化膜 2 をパターンニングする。その後、残ったシリコン窒化膜 3 とシリコン酸化膜 2 をマスクにして半導体基板 1 をドライエッチングし、素子分離用の溝（トレンチ）4 を形成する（図 4、図 5）。なお、図中、A R で示される領域は活性領域であり、この工程においては A R 以外の領域に素子分離用のトレンチ 4 が形成される。また、M R で示される点線で囲まれた領域は 1 つのメモリセル領域を示す。複数のメモリセルは、隣合うメモリセル間で、M R で示される長方形の前記第 1 方向（図 4 中では左右方向）に沿う各辺を対象軸として A R の形状が線対称（ミラー反転）になるように配置され、且つ、M R で示される長方形の前記第 2 方向（図 4 中では上下方向）に沿う各辺を基準線として前記第 1 方向に平行移動（シフト）した関係となるように配置される。なお、M R で示される長方形の各辺を対称軸として A R の形状が線対称になるように基板上に配置することも可能である。

## 【 0 0 6 1 】

次に、図 6 に示すように、トレンチ 4 の内部にシリコン酸化膜を埋め込んで素

子分離 5 を形成する。この素子分離 5 の形成は、トレンチ 4 を含む半導体基板 1 上に CVD 法によりシリコン酸化膜をトレンチ 4 内が完全に埋め込まれるように厚く形成した後、シリコン窒化膜 3 をストッパとして利用し、厚く形成したシリコン酸化膜に対してエッチバックあるいは化学的機械的研磨 (CMP) を行いトレンチ 4 内部以外のシリコン酸化膜を除去して形成することができる。

## 【 0 0 6 2 】

次に、半導体基板 1 上のシリコン窒化膜 3 及びシリコン酸化膜 2 をエッチングにより除去した後、図 7 及び図 8 に示すように、厚さ 10 ～ 30 nm 程度の薄いシリコン酸化膜 (犠牲酸化膜) 2 a を形成し、続いて負荷トランジスタ  $P_1$ 、 $P_2$  を形成する領域にレジスト 6 を形成する。このレジスト 6 をマスクとし、前記酸化膜 2 a をスルー膜として p 型不純物 (例えばホウ素) をイオン注入して、駆動トランジスタ  $D_1$ 、 $D_2$  及び転送トランジスタ  $T_1$ 、 $T_2$  を後に設ける p 型ウェル領域を形成する。次いで、レジスト 6 を除去した後、p 型ウェル領域上にレジストを形成し、このレジストをマスクとし、前記酸化膜 2 a をスルー膜として n 型不純物 (例えばリン又はヒ素) をイオン注入して、負荷トランジスタ  $P_1$ 、 $P_2$  を後に設ける n 型ウェル領域を形成する。

## 【 0 0 6 3 】

次に、半導体基板上のシリコン酸化膜 (犠牲酸化膜) 2 a を除去した後、熱酸化法によりゲート酸化膜を形成し、続いて不純物導入多結晶シリコン膜を形成する。その際、不純物導入多結晶シリコン膜上に W シリサイド膜等の高融点金属シリサイド膜を形成し、その上にキャップ層形成用のシリコン酸化膜を形成してもよい。次いで、所定パターンに形成したフォトリジストをマスクにしてドライエッチングを行い、不純物導入多結晶シリコン膜およびゲート酸化膜 (高融点金属シリサイド膜およびシリコン酸化膜を形成した場合はさらにこのシリサイド膜と酸化膜) を同時にパターニングして、図 9 及び図 10 に示すように、転送トランジスタ  $T_1$ 、 $T_2$  のゲート電極 (ワード線 WL) 8、駆動トランジスタ  $D_1$ 、 $D_2$  及び負荷トランジスタ  $P_1$ 、 $P_2$  のゲート電極 9、10 を形成する。

## 【 0 0 6 4 】

次に、図 11 及び図 12 に示すトランジスタ構造を下記のようにして形成する



。n型ウェル領域上に形成したレジストをマスクにして、比較的少ない注入量でn型不純物（例えばリン又はヒ素）をイオン注入し、p型ウェル領域にLDD領域11を形成する。このレジストを除去した後、同様に、p型ウェル領域上に形成したレジストをマスクにしてp型不純物（例えばホウ素）をイオン流入し、n型ウェル領域にLDD領域11を形成する。次いで、このレジストを除去した後、CVD法でシリコン酸化膜を基板上に形成し、このシリコン酸化膜をエッチバックすることにより、ゲート電極の側面にサイドウォール12を形成する。サイドウォールは、酸化膜-窒化膜-酸化膜や窒化膜-多結晶シリコン膜からなる積層膜であってもよい。その後、n型ウェル領域上に形成したレジストをマスクにして、比較的多い注入量でn型不純物をイオン注入し、p型ウェル領域にn型ソース/ドレイン領域13aを形成する。続いて、このレジストを除去した後、同様に、p型ウェル領域上に形成したレジストをマスクにしてp型不純物をイオン注入し、n型ウェル領域にp型ソース/ドレイン領域13bを形成する。

## 【0065】

この工程後において、好ましくは、ソース/ドレイン領域上に高融点シリサイド膜を形成する。まず、半導体基板上にスパッタリング法等で高融点金属（例えばTi、Co）膜を形成する。次に、熱処理（アニール）を行って、高融点金属膜とソース/ドレイン領域とを反応させた後、未反応の高融点金属をエッチングにより除去する。これによりソース/ドレイン領域上に高融点金属シリサイド膜が形成される。このとき、前述の工程においてゲート電極上にWシリサイド膜およびシリコン酸化膜を設けていない場合は、ゲート電極上にも高融点金属シリサイド膜が形成される。

## 【0066】

次に、半導体基板上にCVD法でシリコン窒化膜14を形成した後、PSGやBPSG等からなる層間絶縁膜15を形成する。次いで、所定パターンに形成したフォトリジストをマスクにしてドライエッチングを行い第1層間絶縁膜15及びシリコン窒化膜14を開孔して基板表面およびゲート電極に達する溝を形成する。この溝をW等の導電性金属で埋め込むことにより、図13及び図14に示すように、埋込溝配線からなるローカル配線16（ $L_1$ ）を形成する。その際、溝

への導電性金属の埋込は、例えば、スパッタリング法等でTi/TiN積層膜等からなるバリア金属膜を溝内部を含む基板上に形成した後、その溝を埋め込むようにW等からなる導電性金属膜をCVD法等により形成し、その後、これら金属膜に対してCMPを行って溝内以外の導電性金属膜とバリア金属膜を除去することにより行うことができる。

## 【0067】

次に、CVD法によりシリコン酸化膜等からなる第2層間絶縁膜17を形成した後、フォトリソをマスクにしたドライエッチングを行いゲート電極9に達する接続孔と、ソース/ドレイン領域に達する接続孔（コンタクトホール）を同時に形成する。接続孔内部を含む基板表面に、TiやTiN、これらの積層膜からなるバリア金属膜を形成した後、CVD法等でこれらの接続孔を埋め込むようにW等の導電性金属膜を形成し、これら金属膜に対してCMPを行って接続孔内以外の導電性金属膜とバリア金属膜を除去する。これにより、ゲート電極9に達する接続プラグ18、ソース/ドレイン領域に達する接続プラグ19～26が同時に形成される。このとき、CMPに代えてエッチバックを行う場合は、TiやTiN、これらの積層膜からなるバリア金属膜を表面に残し、このバリア金属膜をレジストをマスクにしてパターニングすることにより、後述の方法に代えてローカル配線（ $L_2$ ）27及び導電膜パターン28～33を形成することができる。

## 【0068】

次に、スパッタリング法またはCVD法等によりTiN膜等の導電膜を形成し、この導電膜をフォトリソをマスクにしてパターニングを行う。これにより、図17及び図18に示すように、接続プラグ18、19、20に接触するローカル配線（ $L_2$ ）27が形成される。その際、ローカル配線（ $L_2$ ）27は、上面からみて、その一部が第2層間絶縁膜17を介して下層のローカル配線（ $L_1$ ）16の少なくとも一部と重なるように形成される。図においては、ローカル配線（ $L_2$ ）27は、下層のローカル配線（ $L_1$ ）16の上面全体と重なるように形成されている。

## 【0069】

なお、ローカル配線 ( $L_2$ ) 27 を形成するためのパターニングの際、後に上層に形成される接続プラグ (ビアプラグ) と、各接続プラグ (コンタクトプラグ) 21 ~ 26 との接続を容易にするために、各接続プラグ 21 ~ 26 上に、接触し且つその上面を覆う矩形の導電膜パターン 28 ~ 33 を同時に形成する。

## 【0070】

次に、CVD法によりシリコン酸化膜等からなる第3の層間絶縁膜 34 を形成した後、フォトリソをマスクにしてドライエッチングを行い、各導電膜パターン 28 ~ 33 に達する接続孔 (ビアホール) を形成する。接続孔内部を含む基板表面にバリア金属膜を形成した後、CVD法等でこれらの接続孔を埋め込むようにW等からなる導電性金属膜を形成し、これらの金属膜に対してCMPを行い接続孔以外の導電性金属膜とバリア金属を除去する。これにより、図19及び図20に示すように、各導電膜パターン 28 ~ 33 に達する接続プラグ (ビアプラグ) が形成される。

## 【0071】

次に、第3層間絶縁膜 34 上に、図2及び図3に示すように、電源電圧  $V_{cc}$  が印加される電源電圧線 41、及び基準電圧  $V_{ss}$  が印加される基準電圧線 42 を形成する。これらの配線は、第3層間絶縁膜 34 上にスパッタリング法等でAl膜を形成した後、フォトリソをマスクにしてドライエッチングを行い、Al膜をパターニングして形成することができる。その際、Al膜に代えて、バリア金属膜 (TiN膜等)、Al膜、反射防止膜 (TiN膜等) を順次形成してなる積層膜を設けてもよい。電源電圧線 41 は、接続プラグ 36、37 に接触し、負荷トランジスタ  $P_1$ 、 $P_2$  のそれぞれのソース領域に電氣的に接続される。基準電圧線 42 は、接続プラグ 35、38 に接触し、駆動トランジスタ  $D_1$ 、 $D_2$  のそれぞれのソース領域に電氣的に接続される。

## 【0072】

なお、電源電圧線 41 及び基準電圧線 42 を形成するためのパターニングの際、転送トランジスタのソース/ドレイン領域の一方に通じる接続プラグ 39、40 のそれぞれと、後に形成するビット線  $BL_1$ 、 $BL_2$  に通じる接続プラグとの接続を容易にするために、各接続プラグ 39、40 上に、それぞれと接触し且つそ

の上面を覆う矩形の導電膜パターン 4 3、4 4 を形成する。

【0 0 7 3】

次に、電源電圧線 4 1、基準電圧線 4 2 等が形成された第 3 層間絶縁膜 3 4 上に、CVD 法により酸化シリコン等からなる第 4 層間絶縁膜を形成する。次いで、フォトリソをマスクにしたドライエッチングを行って、接続プラグ 3 9、4 0 のそれぞれの上に形成された各導電膜パターン 4 3、4 4 に達する接続孔を形成する。続いて、これらの接続孔の内部を含む第 4 層間絶縁膜上にバリア金属膜を形成した後、CVD 法等により W 等からなる導電性金属膜をこれらの接続孔が埋め込まれるように形成する。次いで、CMP を行って接続孔内部以外のこれら金属膜を除去して接続プラグを形成する。

【0 0 7 4】

次に、これらの接続プラグが形成された第 4 層間絶縁膜上に、ビット線  $BL_1$ 、 $BL_2$  を形成する。これらのビット線は、第 4 層間絶縁膜上にスパッタリング法等で Al 膜を形成した後、フォトリソをマスクにしてドライエッチングを行い、Al 膜をパターニングして形成することができる。その際、Al 膜に代えて、バリア金属膜 (TiN 膜等)、Al 膜、反射防止膜 (TiN 膜等) を順次形成してなる積層膜を設けてもよい。各ビット線は、第 4 層間絶縁膜に形成された接続プラグのいずれかに接触し、転送トランジスタ  $T_1$ 、 $T_2$  のいずれかのソース/ドレイン領域の一方に電氣的に接続される。

【0 0 7 5】

以上の工程により、本実施形態のメモリセルが完成する。なお、この後、例えば、ビット線が形成された第 4 層間絶縁膜上にパッシベーション膜を形成するなど、適宜、所望の工程を実施することができる。

【0 0 7 6】

その他の実施の形態として図 2 1 を示して前述した構造は、次のようにして形成することができる。

【0 0 7 7】

図 1 4 に示す構造を形成する工程 (埋込溝配線 1 6 ( $L_1$ ) の形成工程) に続いて、埋込溝配線 1 6 の上面より第 1 層間絶縁膜 1 5 の上面が低くなり埋込溝配

線の側面が部分的に露出するようにエッチバックを行う。

【0078】

次に、CVD法によりシリコン酸化膜等からなる第2層間絶縁膜17を形成した後、フォトリソをマスクにしたドライエッチングを行いゲート電極9に達する接続孔と、ソース／ドレイン領域に達する接続孔（コンタクトホール）を同時に形成する。接続孔内部を含む基板表面に、TiやTiN、これらの積層膜からなるバリア金属膜を形成した後、CVD法等でこれらの接続孔を埋め込むようにW等の導電性金属膜を形成し、これら金属膜に対してエッチバックを行って接続孔内以外の導電性金属膜とバリア金属膜を除去する。これにより、ゲート電極9に達する接続プラグ18、ソース／ドレイン領域に達する接続プラグ19～26が同時に形成される。

【0079】

次に、スパッタリング法またはCVD法等によりTiN膜等の導電膜を形成し、この導電膜をフォトリソをマスクにしてパターニングを行う。これにより、図21に示すように、接続プラグ18、19、20に接触するローカル配線（ $L_2$ ）27が形成される。その際、ローカル配線（ $L_2$ ）27は、上面からみて、その一部が第2層間絶縁膜17を介して下層のローカル配線（ $L_1$ ）（埋込溝配線16）の上面の少なくとも一部あるいは上面全体と重なるように形成されるときともに、埋込溝配線16の露出した側面を第2層間絶縁膜17を介して覆うように配置される。

【0080】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように本発明によれば、工程数を著しく増大させることなく、容易に、メモリセルサイズが縮小されたSRAMを得ることができる。さらに、SRAMの $\alpha$ 線ソフトエラー耐性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の半導体記憶装置のSRAMメモリセルの回路図である。

【図2】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの一実施形態を説明するための平面図である。

【図 3】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの一実施形態を説明するための断面図である。

【図 4】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための平面図である。

【図 5】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための断面図である。

【図 6】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための断面図である。

【図 7】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための平面図である。

【図 8】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための断面図である。

【図 9】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための平面図である。

【図 1 0】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための断面図である。

【図 1 1】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための平面図である。

【図 1 2】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための断面図である。

【図 1 3】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための平面図である。

【図 1 4】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための断面図である。

【図 1 5】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための平面図である。

【図 1 6】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための断面図である。

【図 1 7】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための平面図である。

【図 1 8】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための断面図である。

【図 1 9】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための平面図である。

【図 2 0】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの製造方法を説明するための断面図である。

【図 2 1】

本発明の半導体記憶装置の S R A M メモリセルの他の実施形態を説明するため

の断面図である。

【図 2 2】

従来の S R A M メモリセルの回路図である。

【符号の説明】

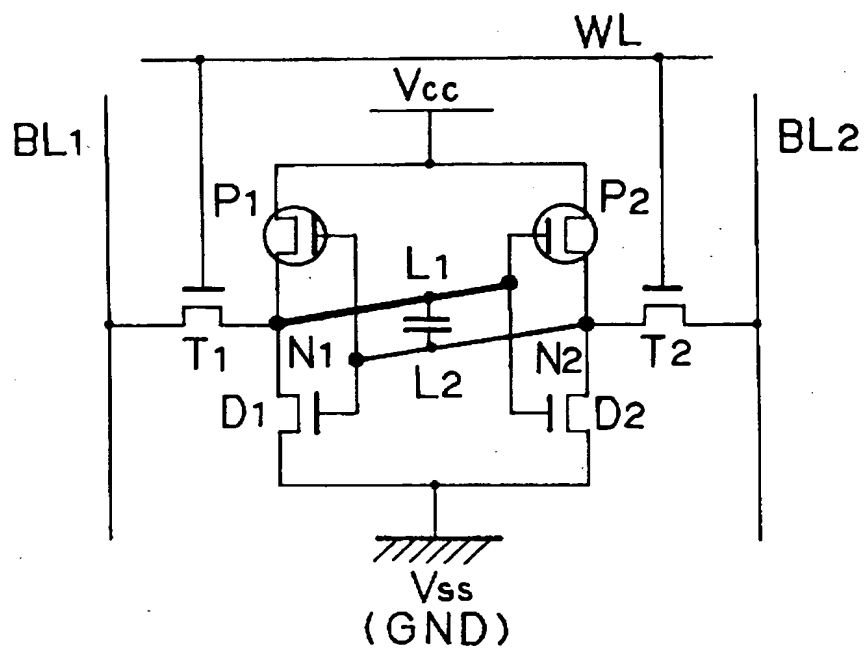
- T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 転送トランジスタ
- D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub> 駆動トランジスタ
- P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub> 負荷トランジスタ
- B L<sub>1</sub>、B L<sub>2</sub> ビット線
- W L ワード線
- L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub> ローカル配線
- N<sub>1</sub>、N<sub>2</sub> 蓄積ノード
- V<sub>cc</sub> 電源電圧
- V<sub>ss</sub> 基準電圧
- A R 活性領域
- M R 一つのメモリセル領域
- 1 半導体基板
- 2 シリコン酸化膜
- 2 a シリコン酸化膜（犠牲酸化膜）
- 3 シリコン窒化膜
- 4 トレンチ（溝）
- 5 素子分離
- 6 レジスト
- 7 ゲート酸化膜
- 8 ゲート電極（ワード線 W L）
- 9、1 0 ゲート電極
- 1 1 L D D 領域
- 1 2 サイドウォール
- 1 3 ソース／ドレイン領域
- 1 3 a n 型ソース／ドレイン領域



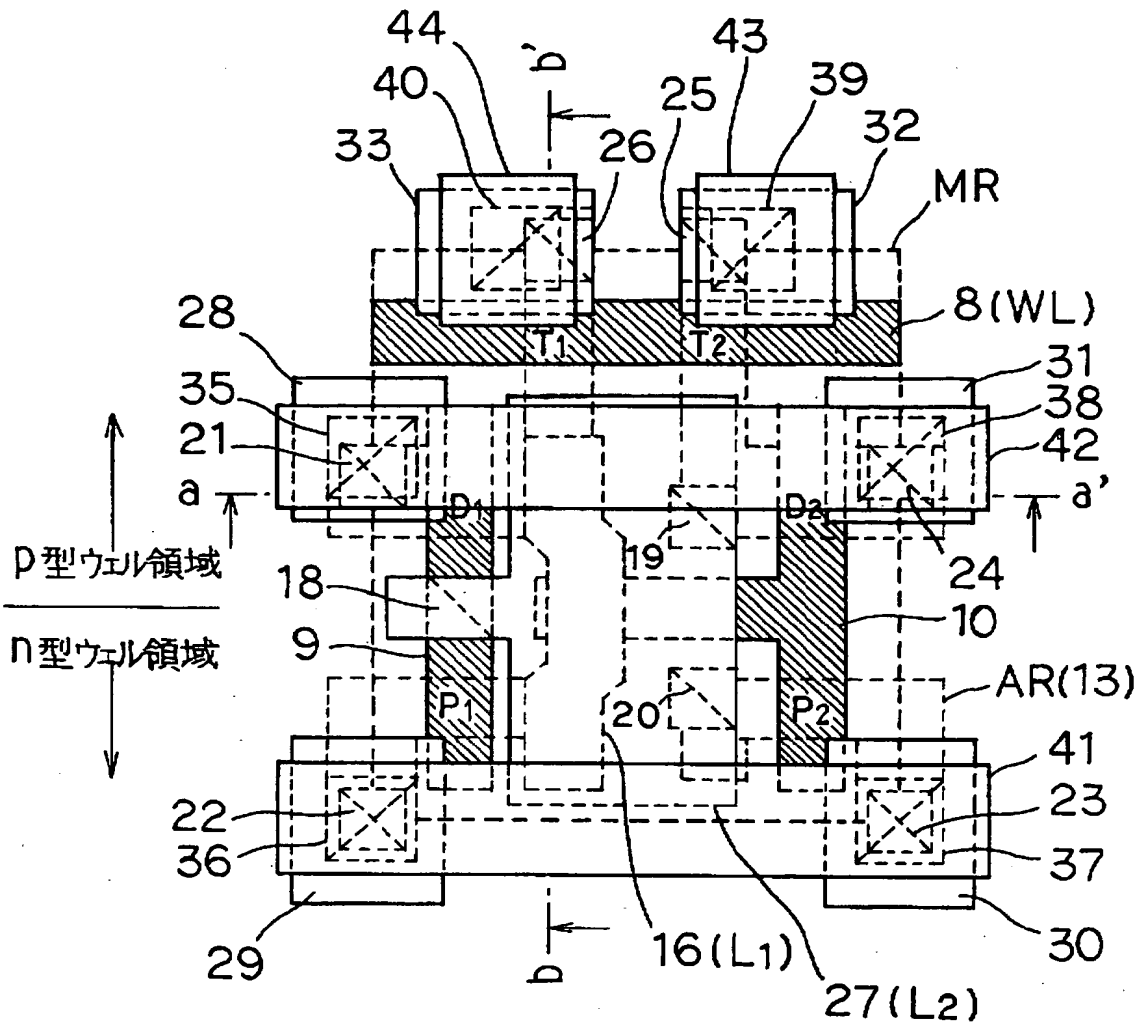
- 13b p型ソース／ドレイン領域
- 14 シリコン窒化膜
- 15 第1層間絶縁膜
- 16 ローカル配線 ( $L_1$ )
- 17 第2層間絶縁膜
- 18～26 接続孔
- 27 ローカル配線 ( $L_2$ )
- 28～33、43、44 導電膜パターン
- 34 第3層間絶縁膜
- 35～40 接続プラグ (ビアプラグ)
- 41 電源電圧線
- 42 基準電圧線

【書類名】 図面

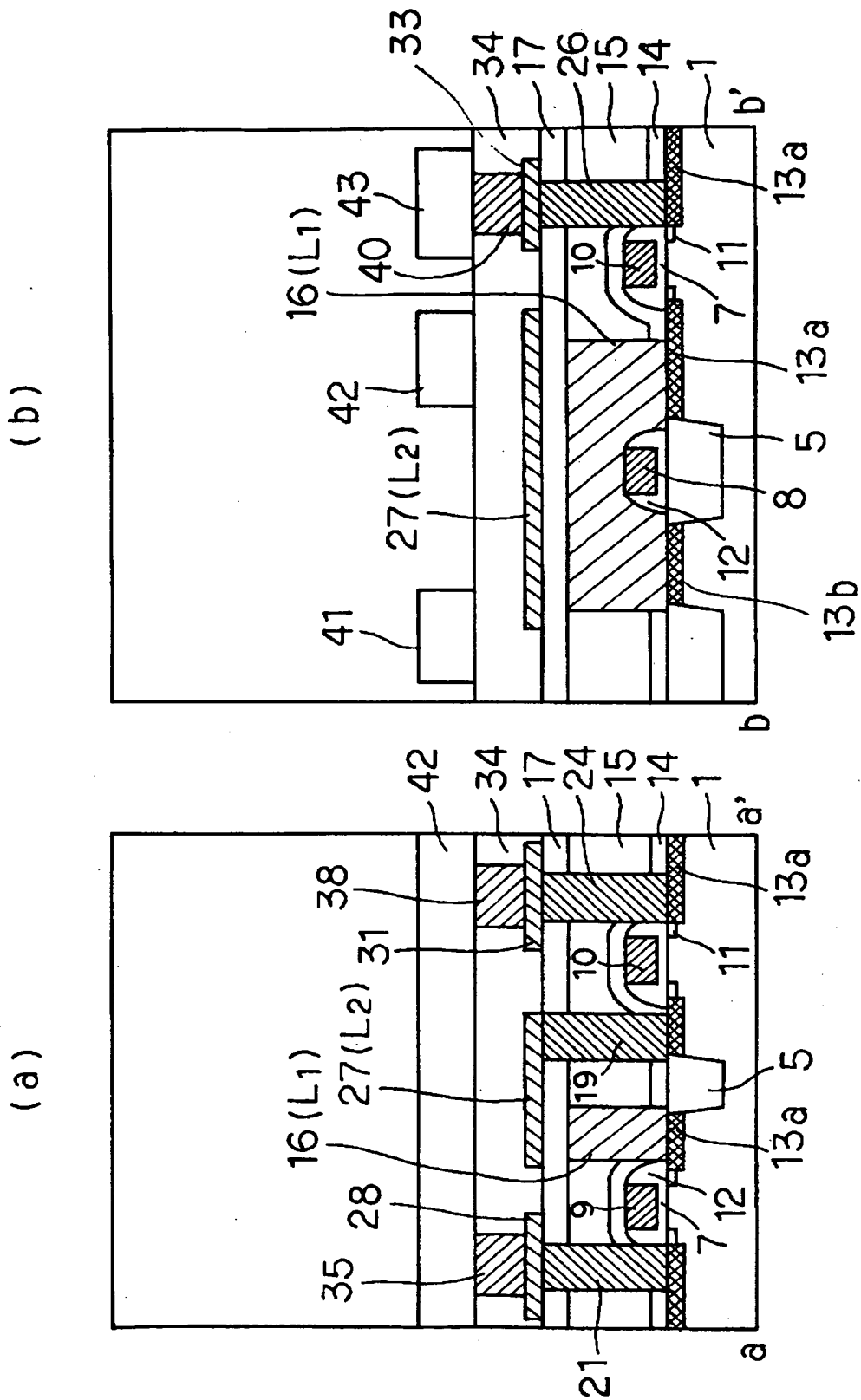
【図 1】



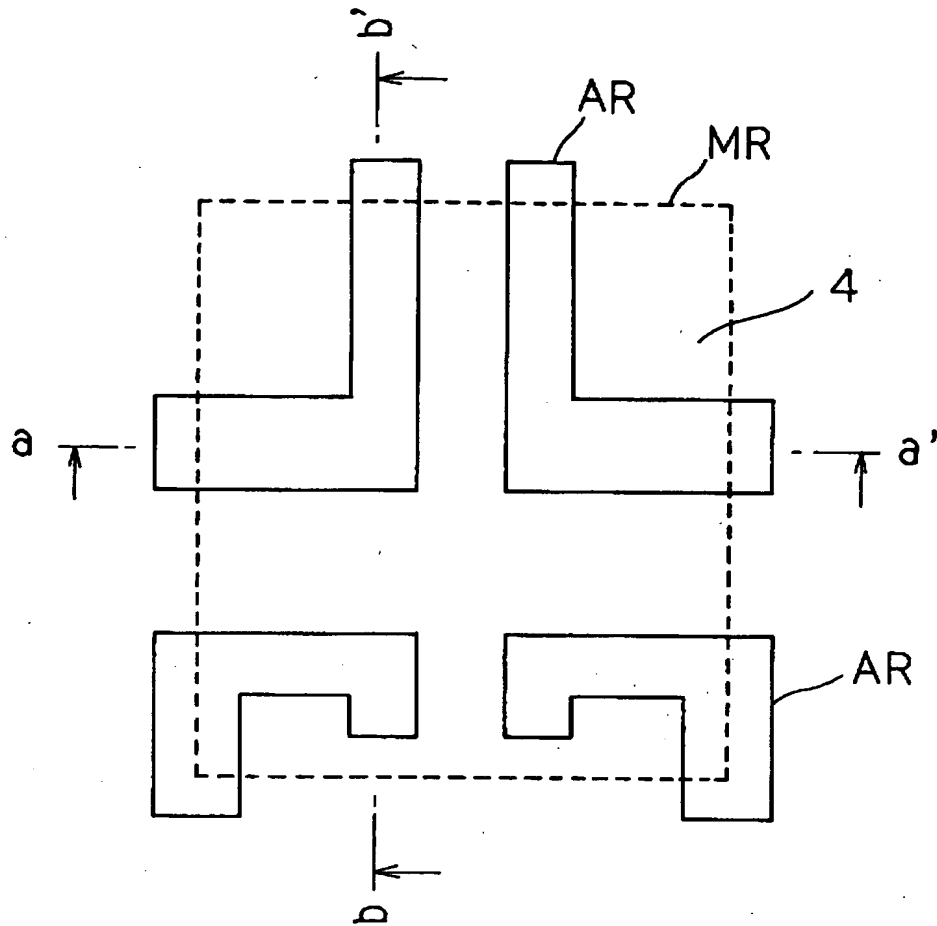
【図 2】



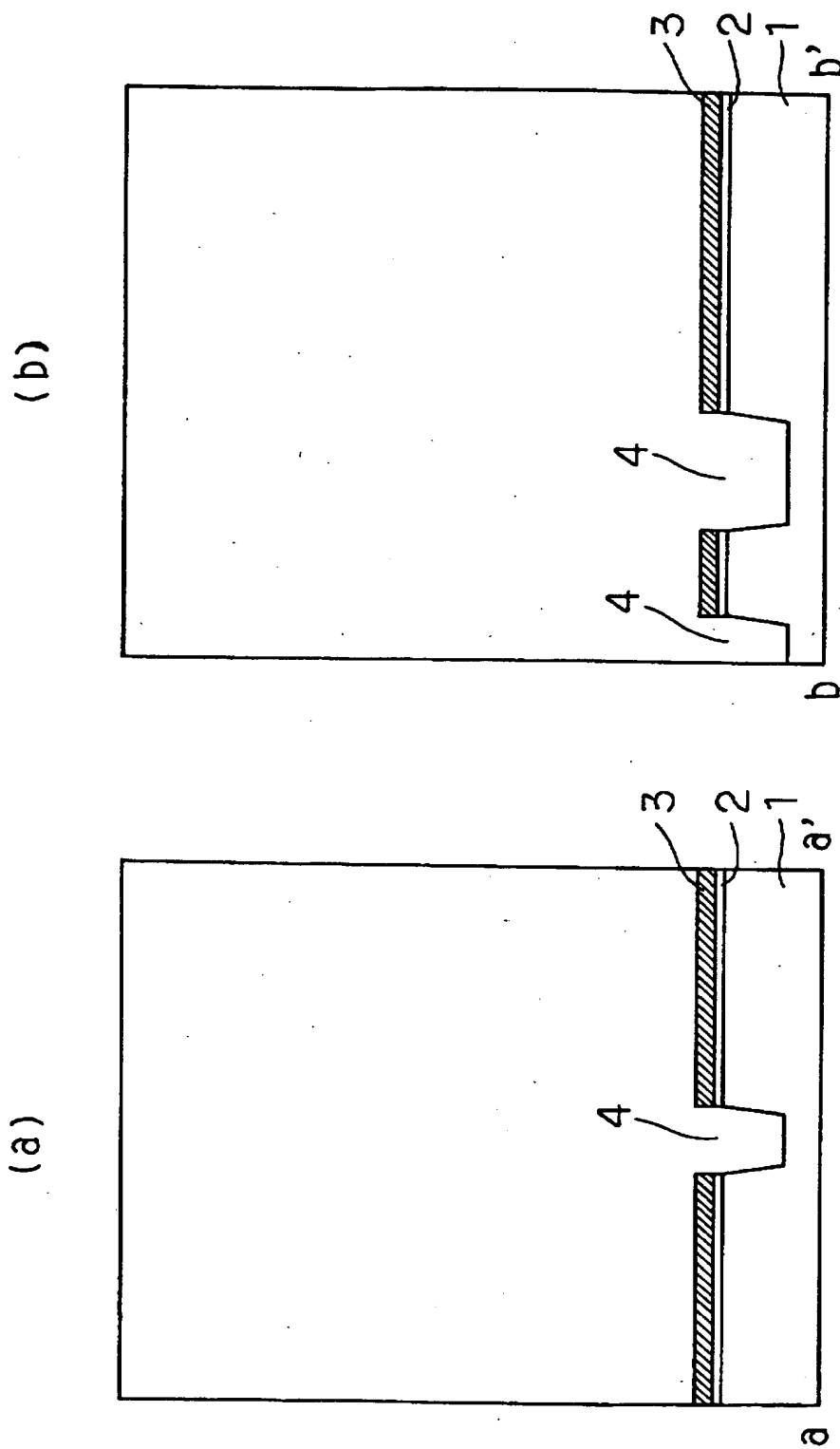
【図 3】



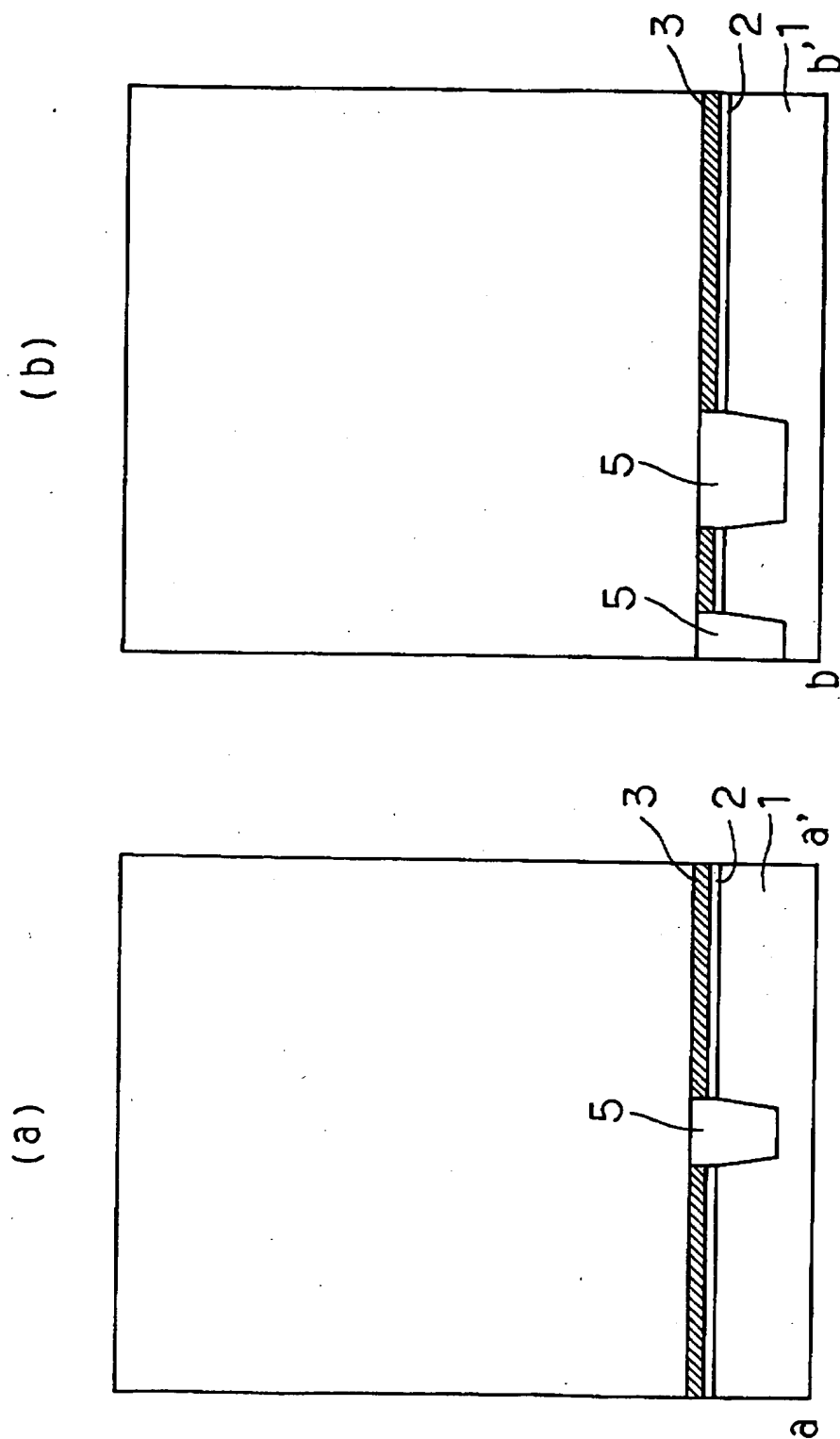
【図4】



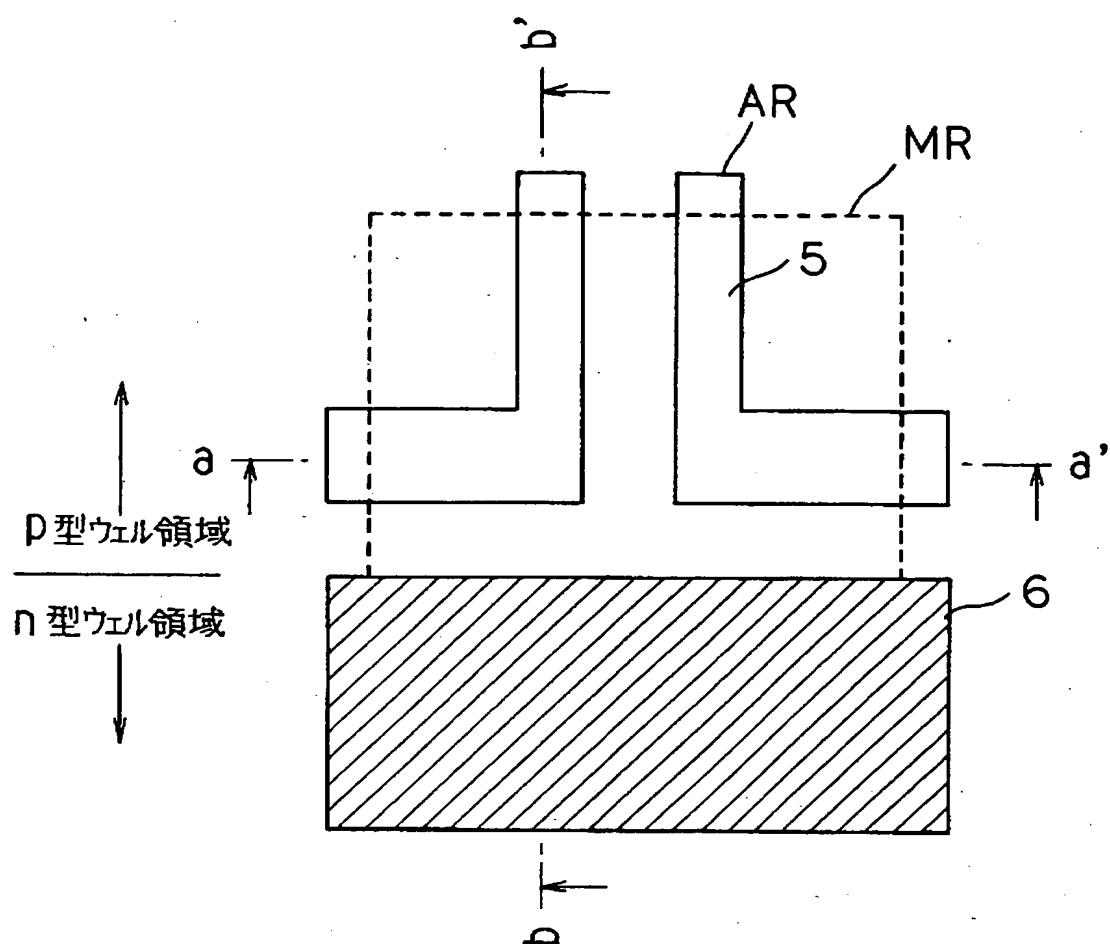
【図 5】



【図 6】

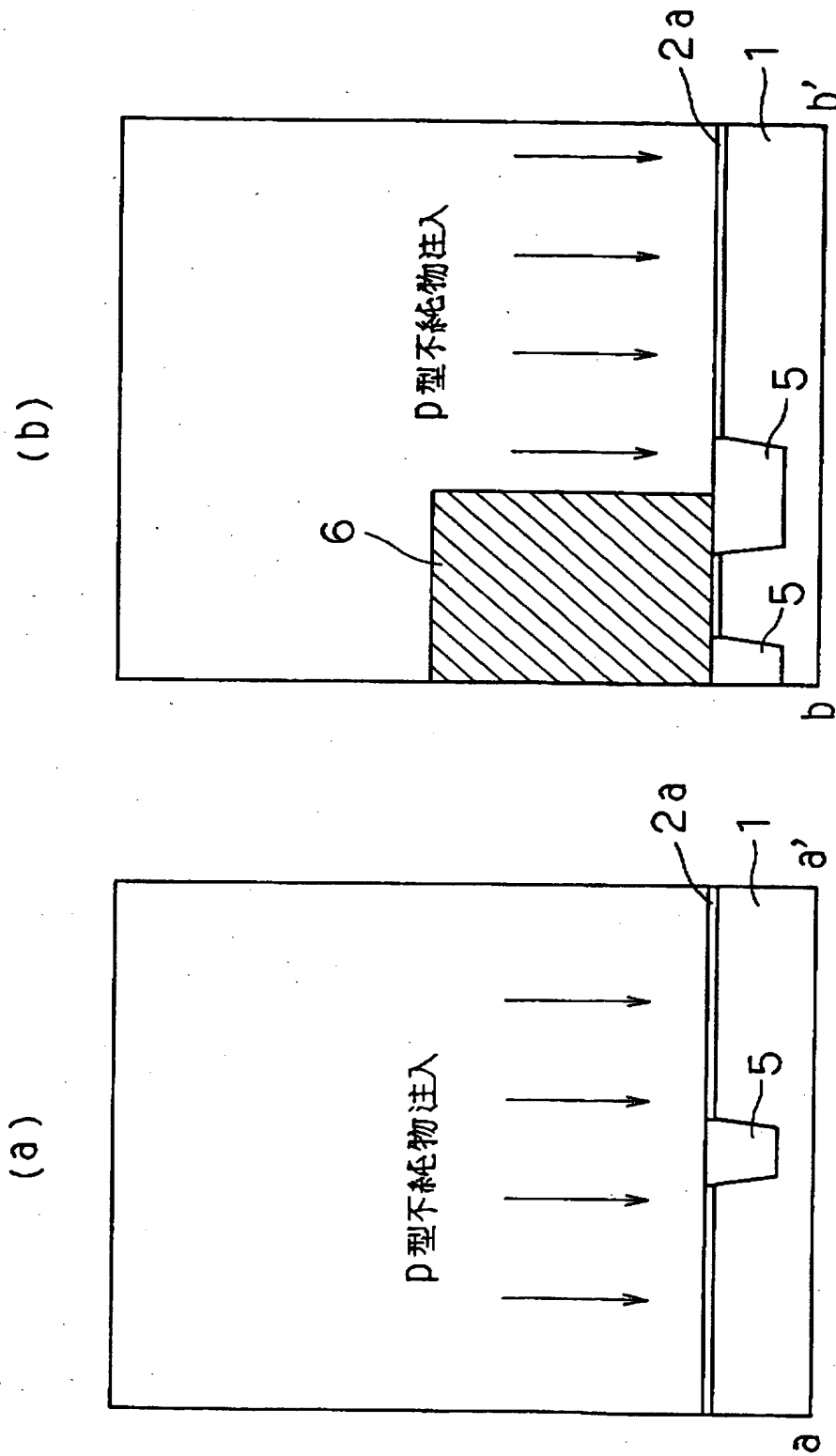


【図 7】

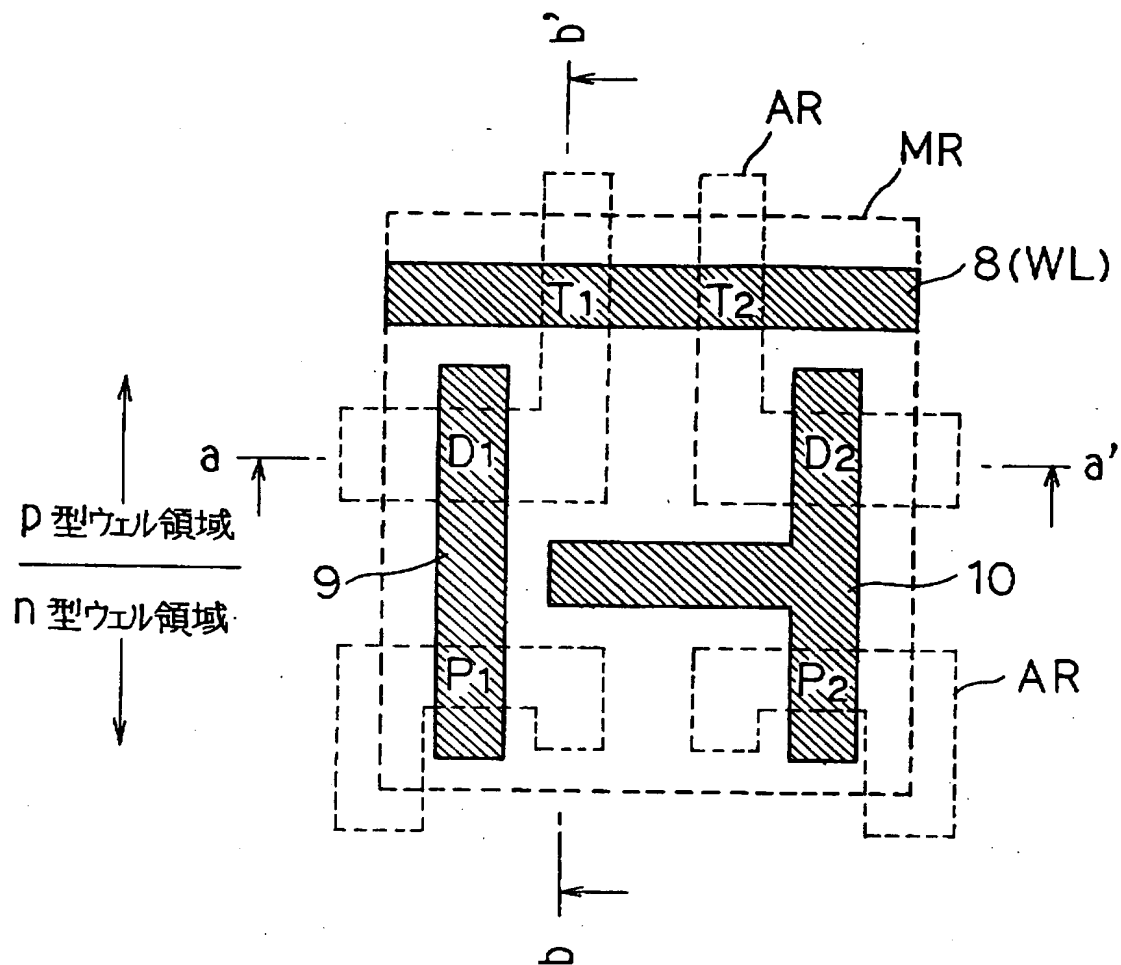




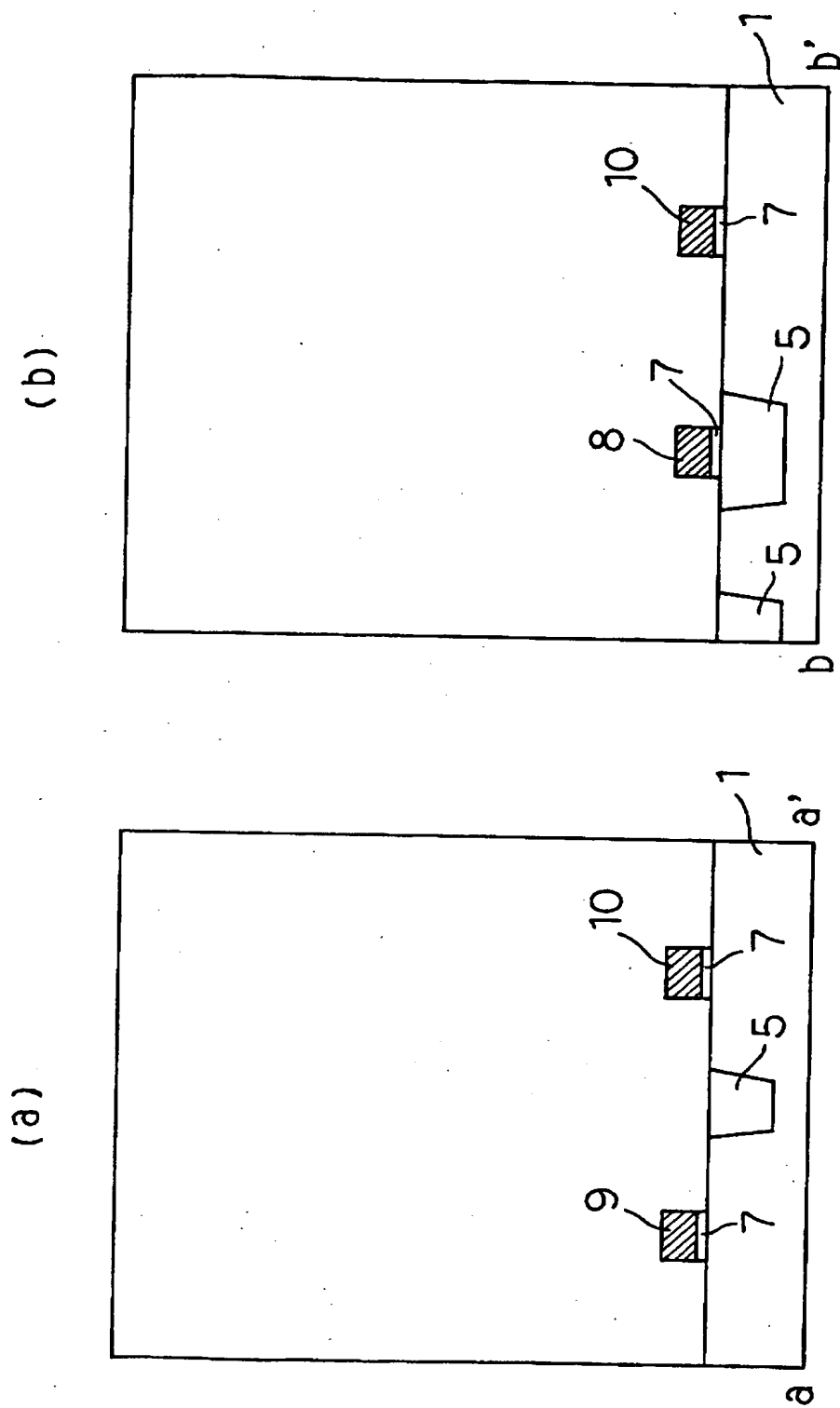
【図 8】



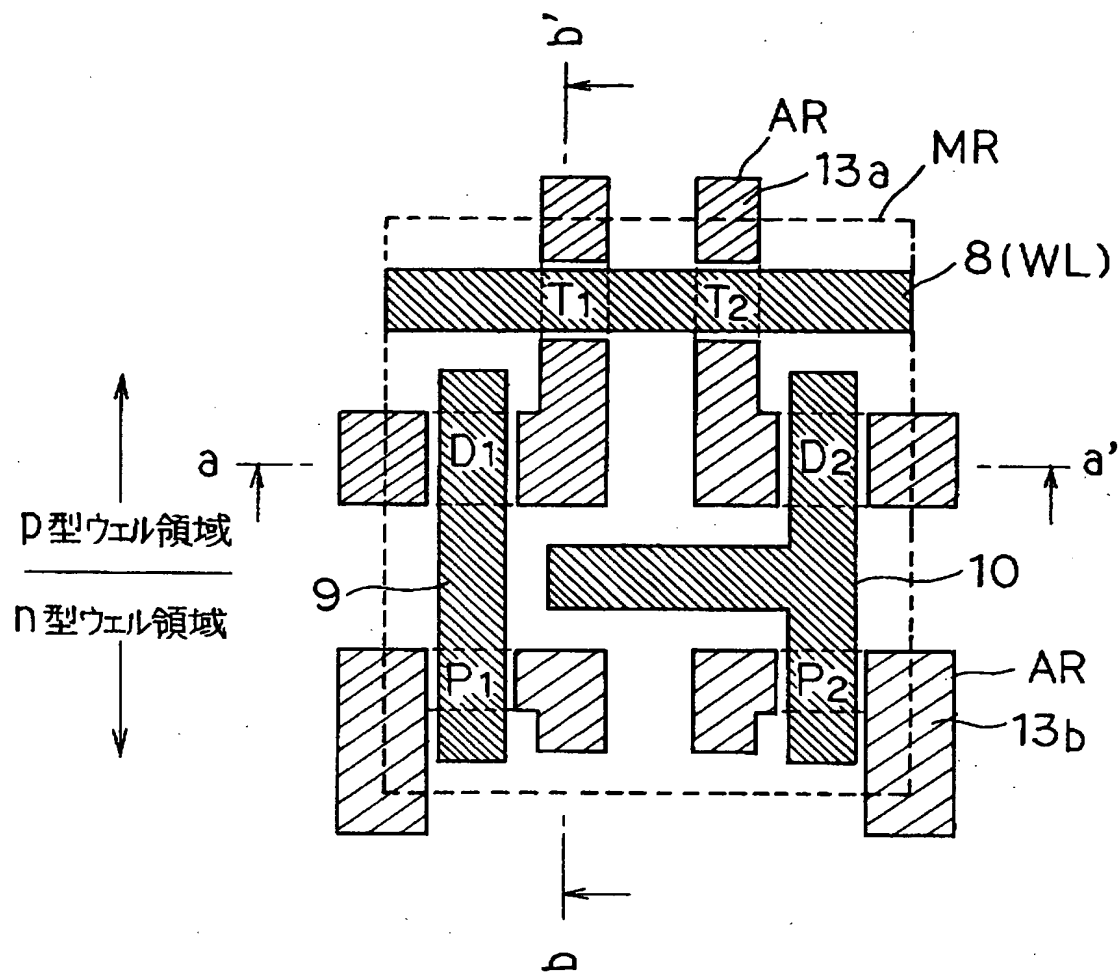
【図9】



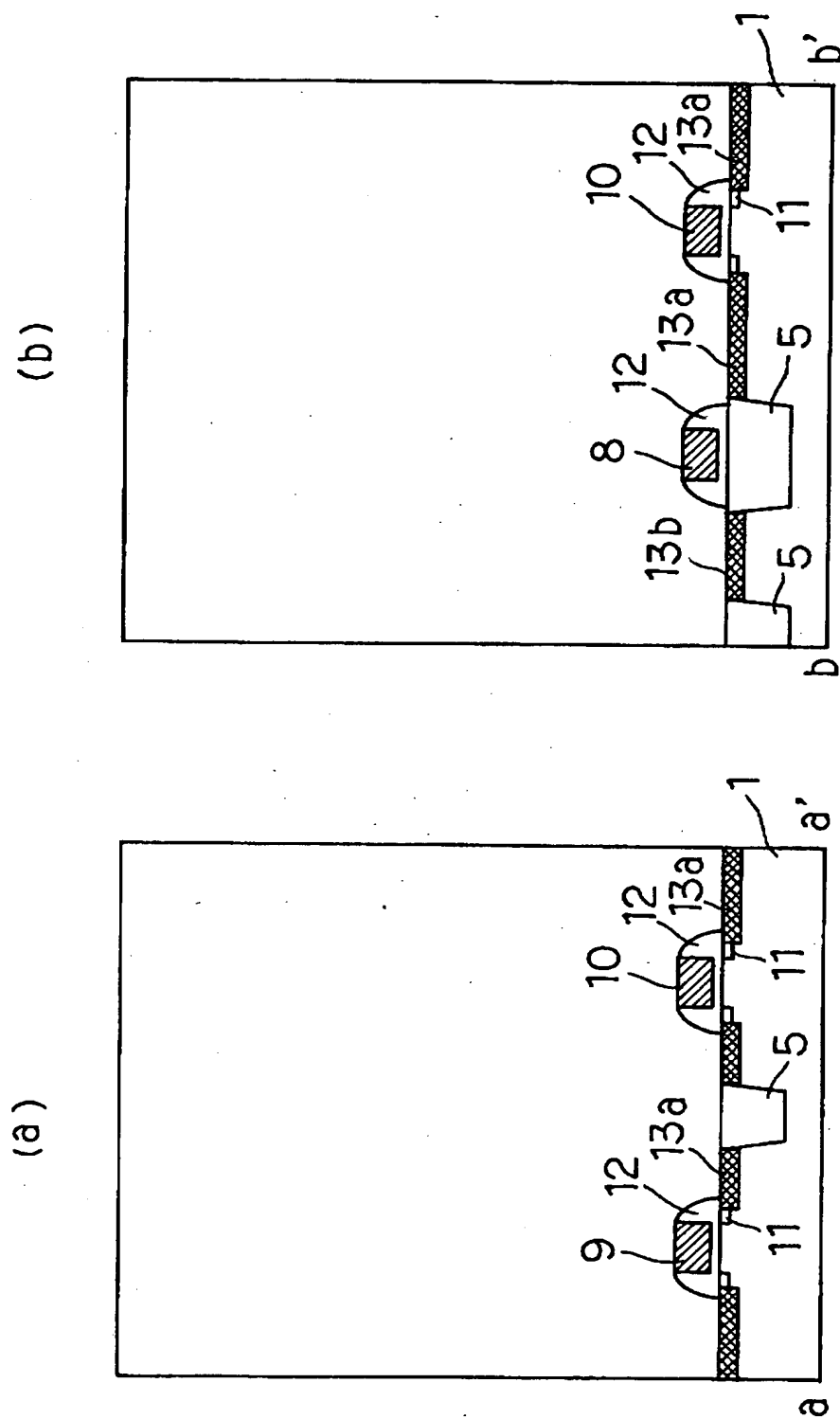
【図 10】



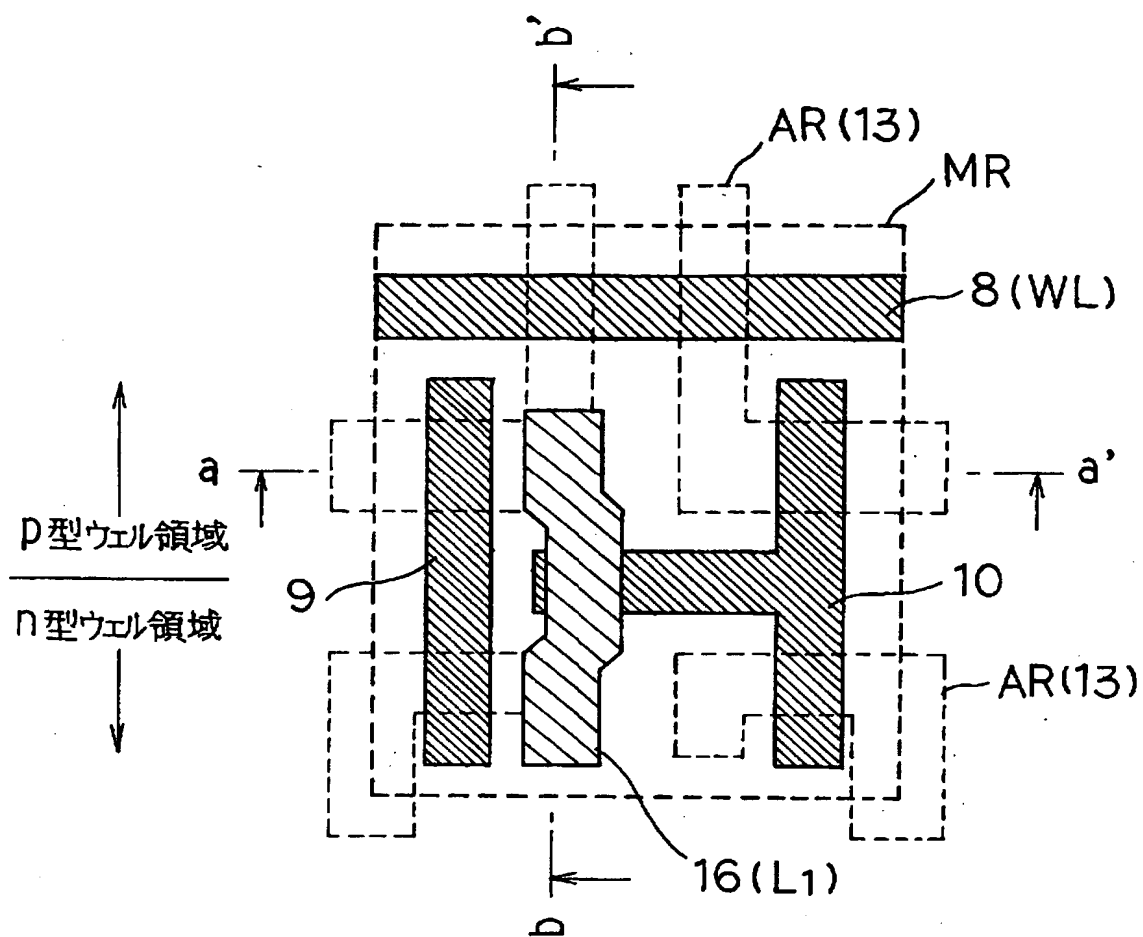
【図 11】



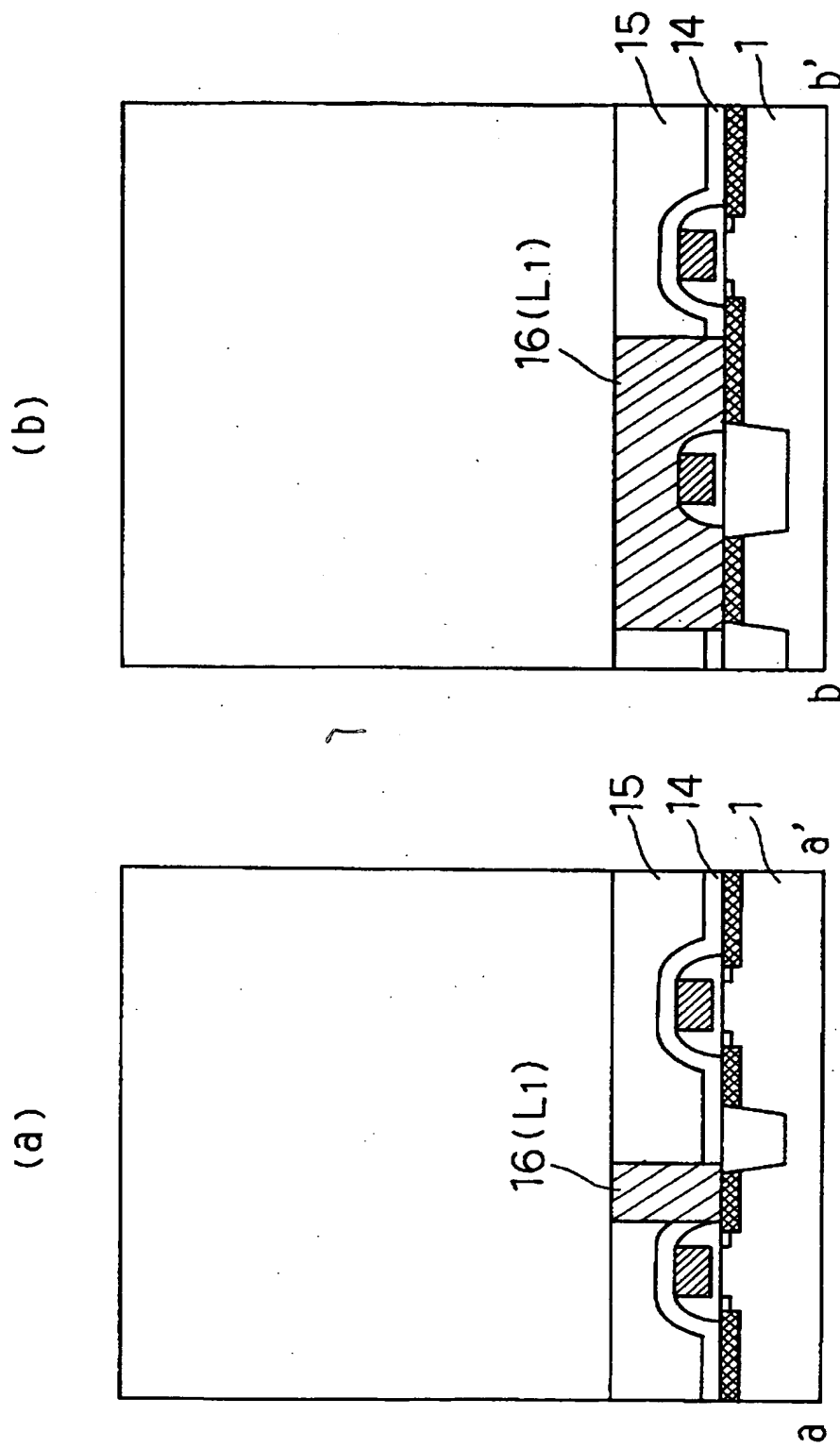
【図 12】



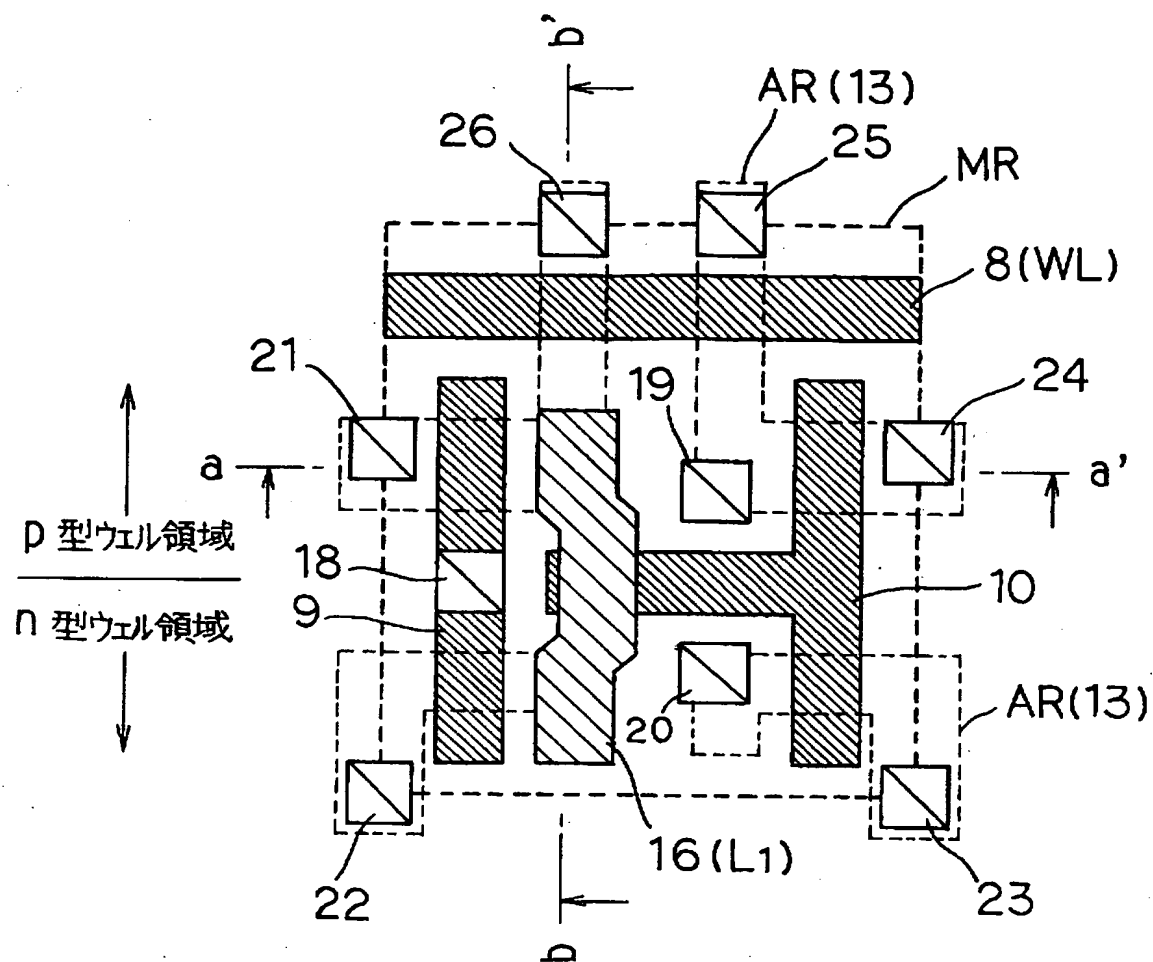
【図13】



【図14】

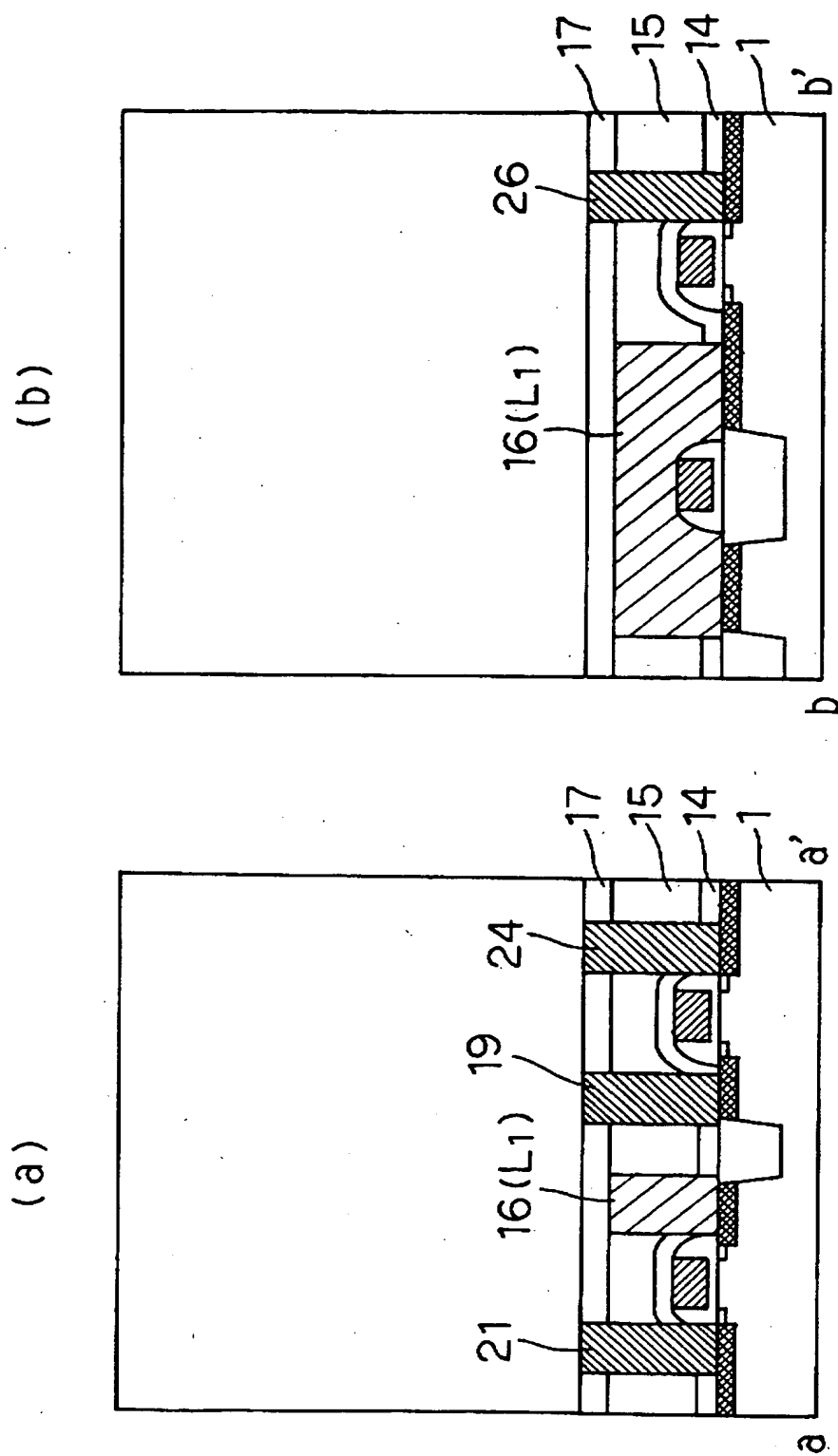


【図 15】

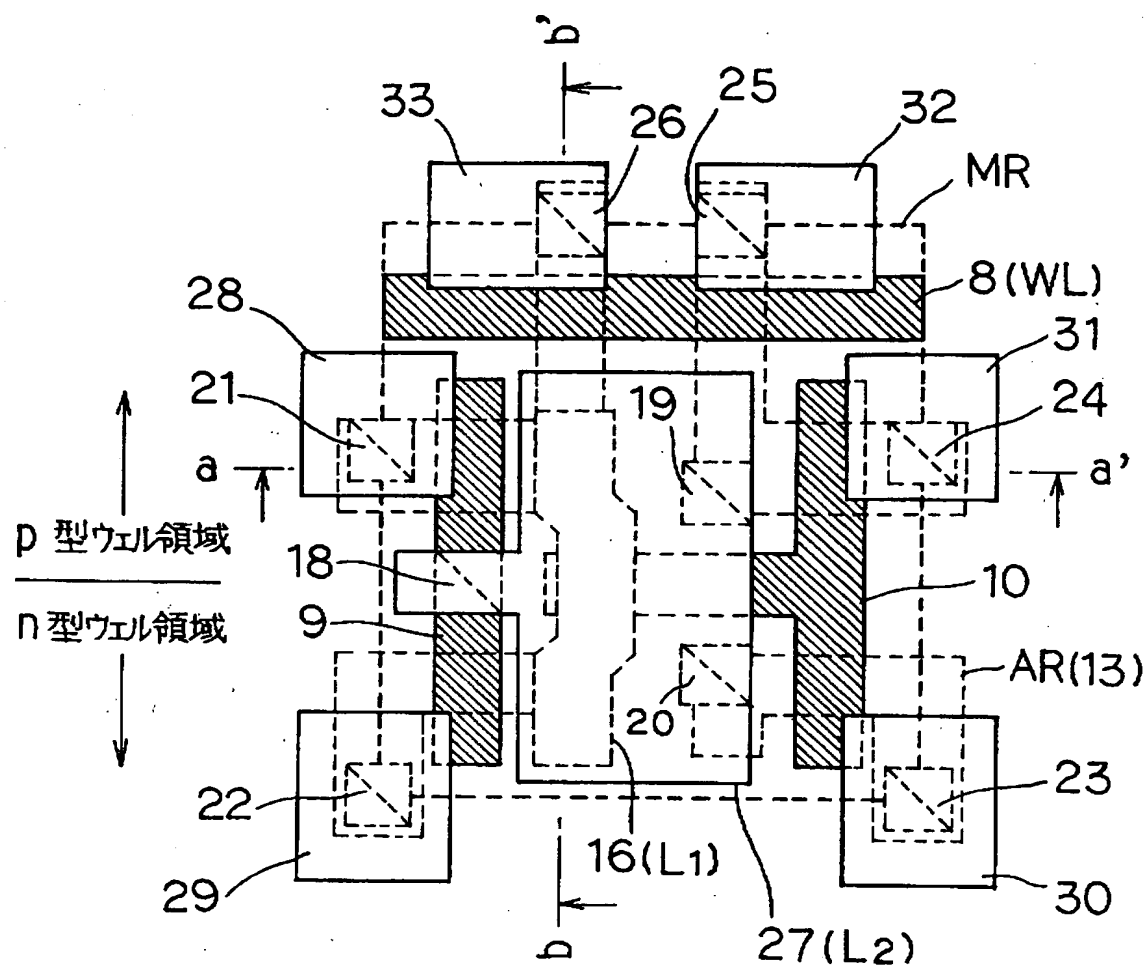




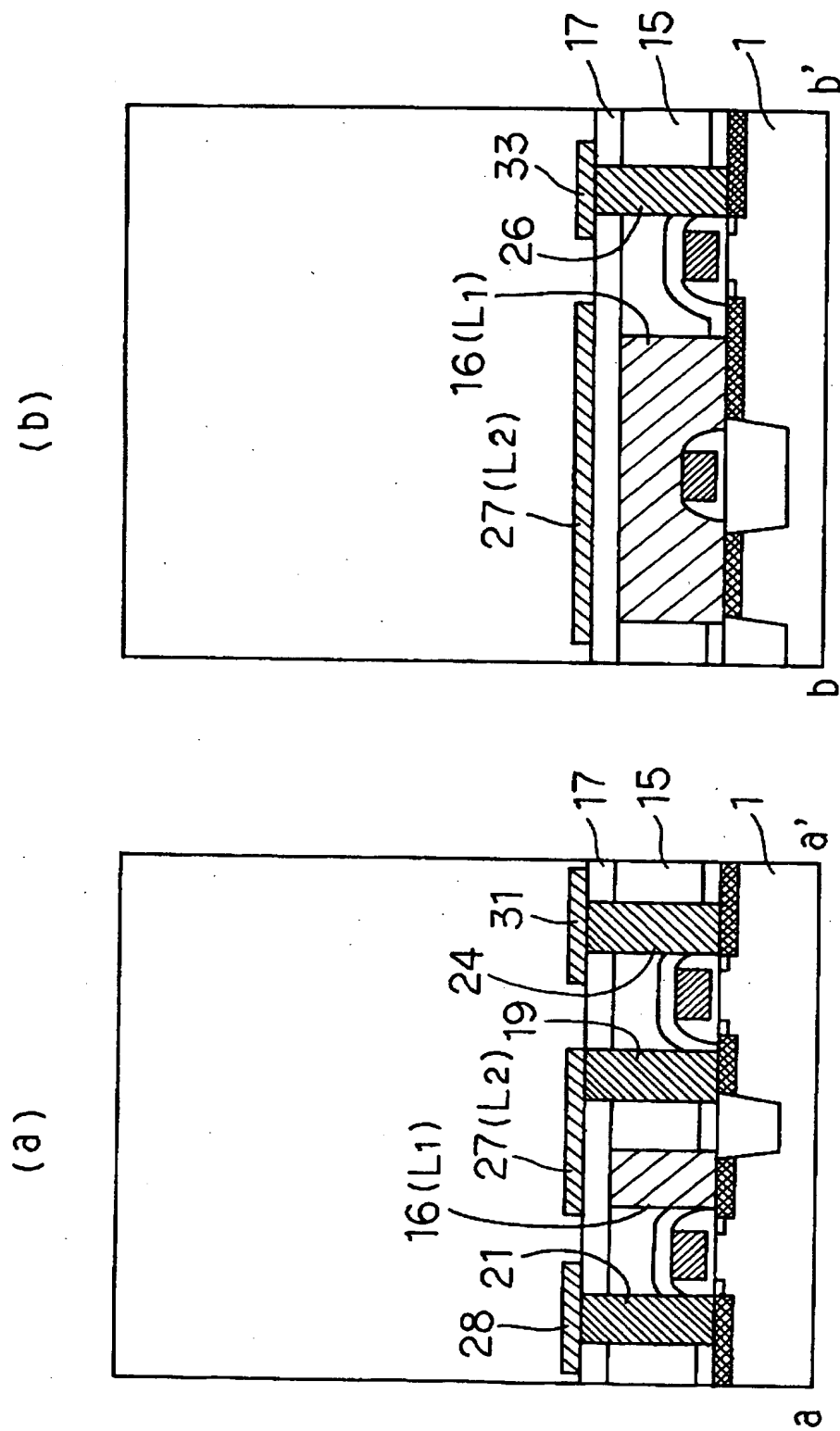
【図 16】



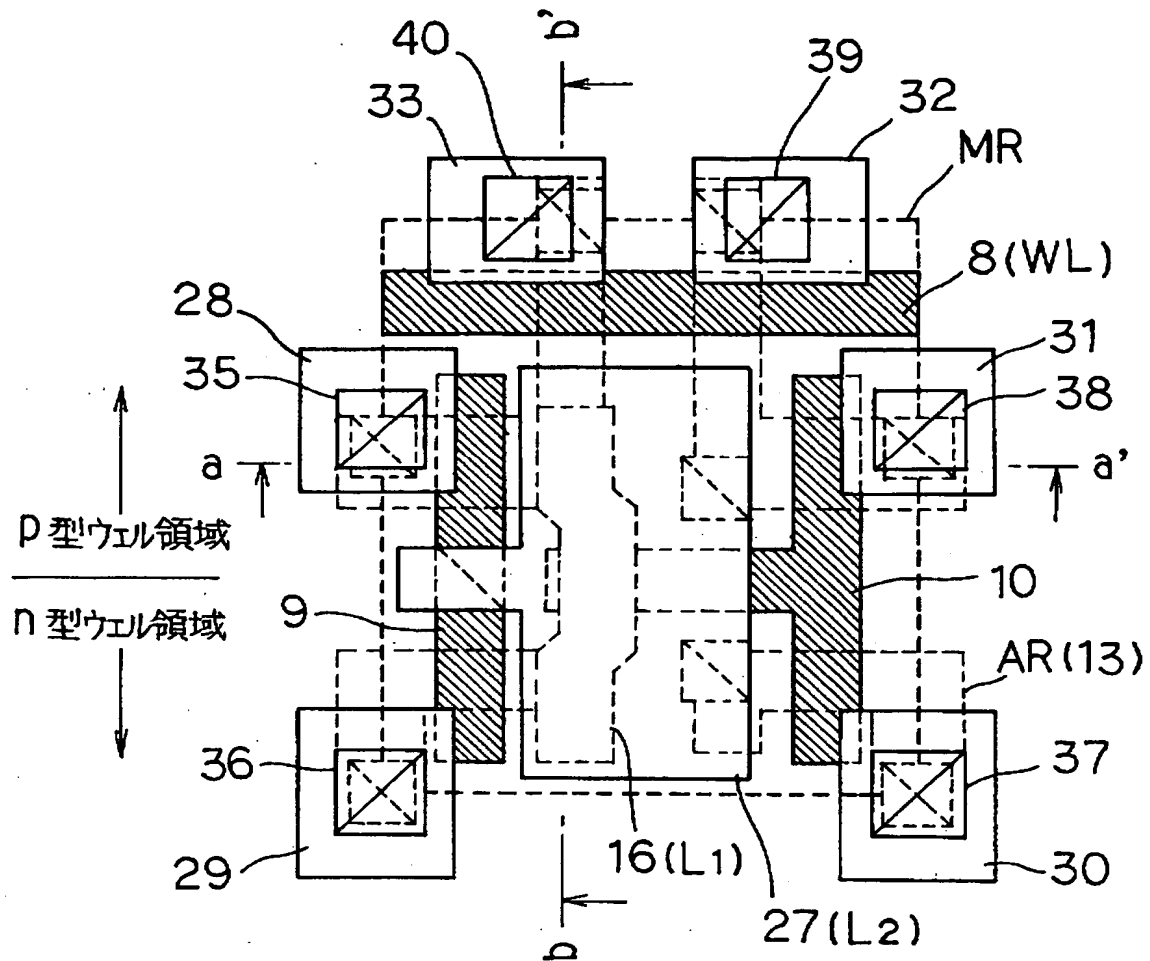
【図17】



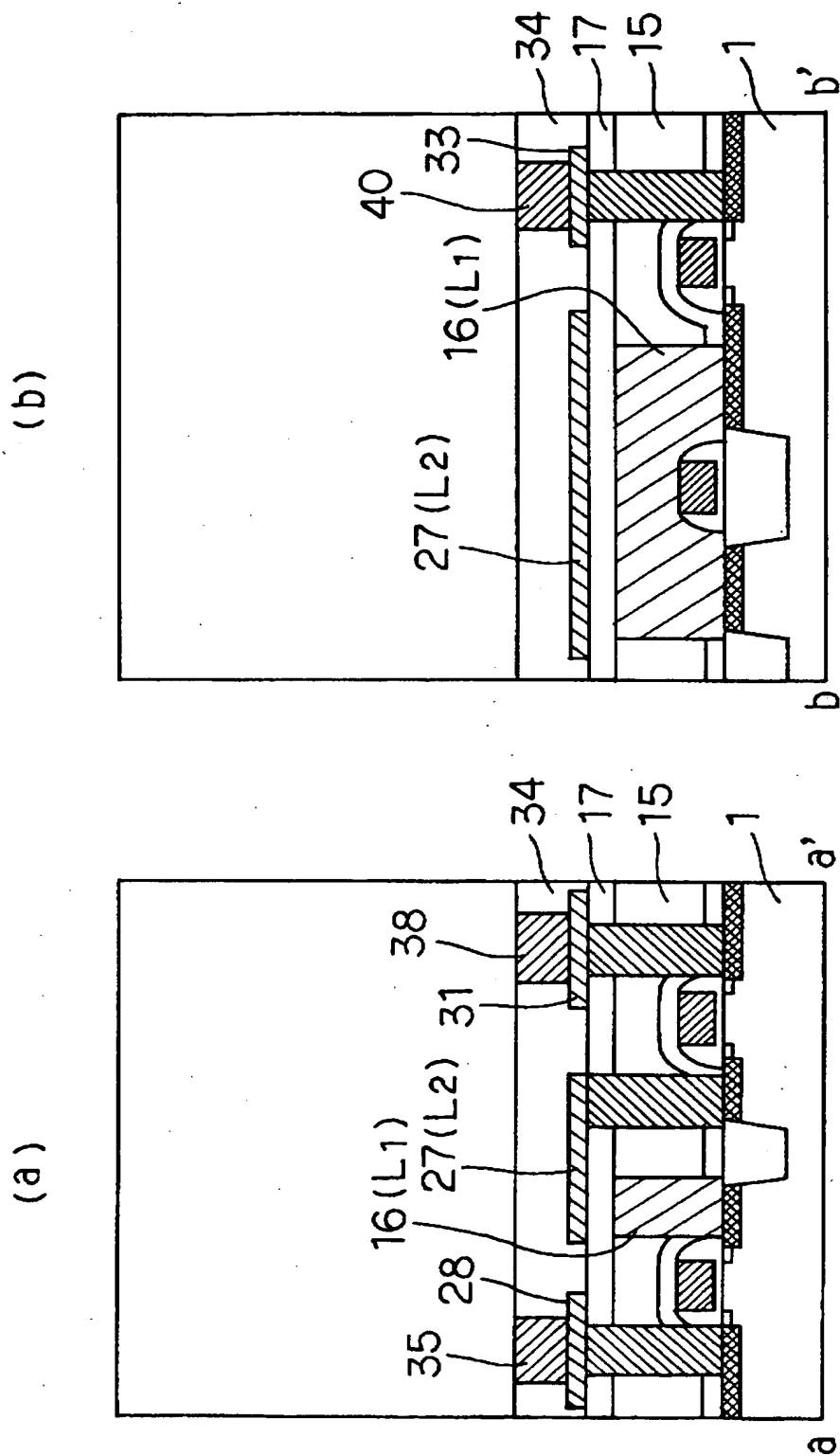
【图 18】



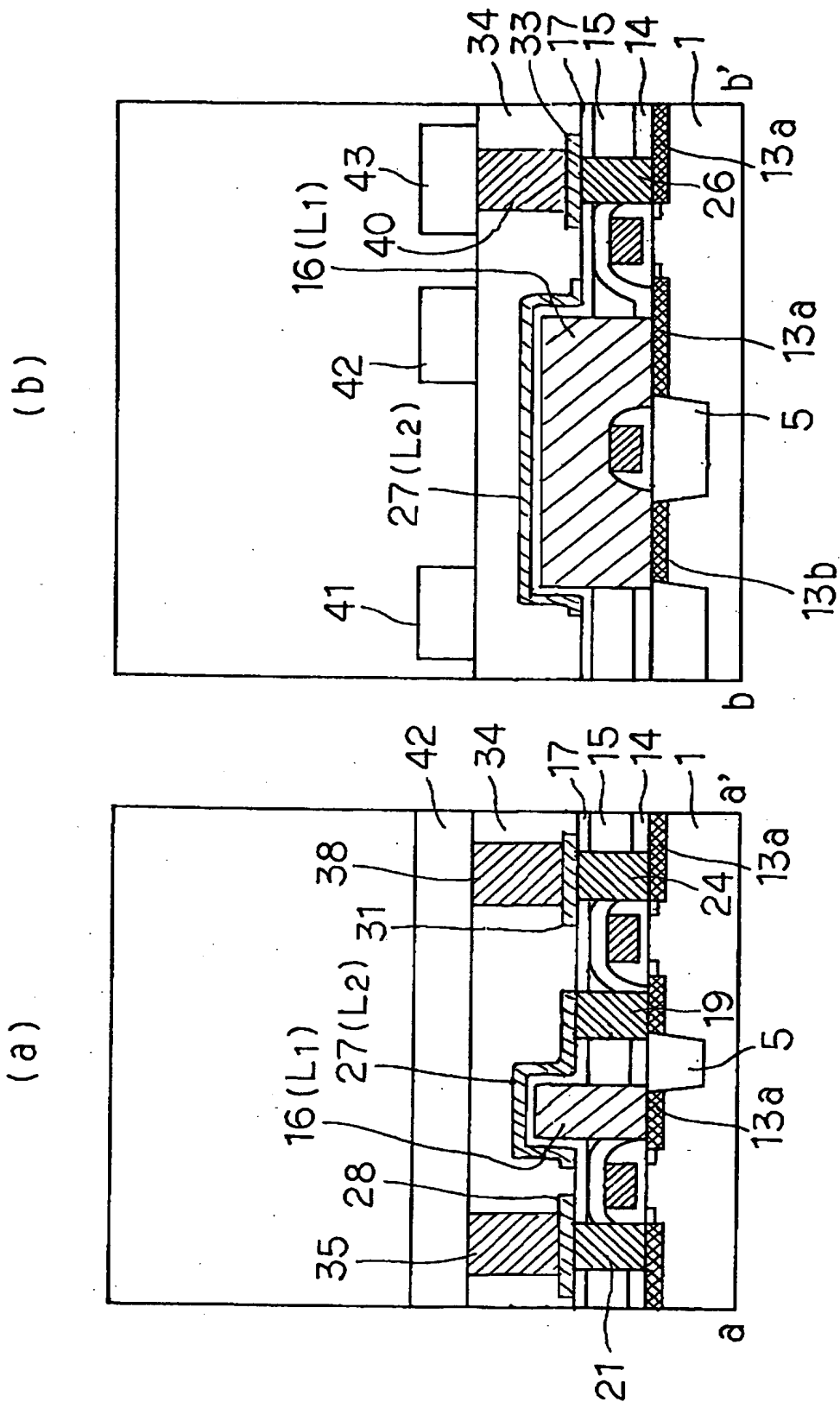
【図19】



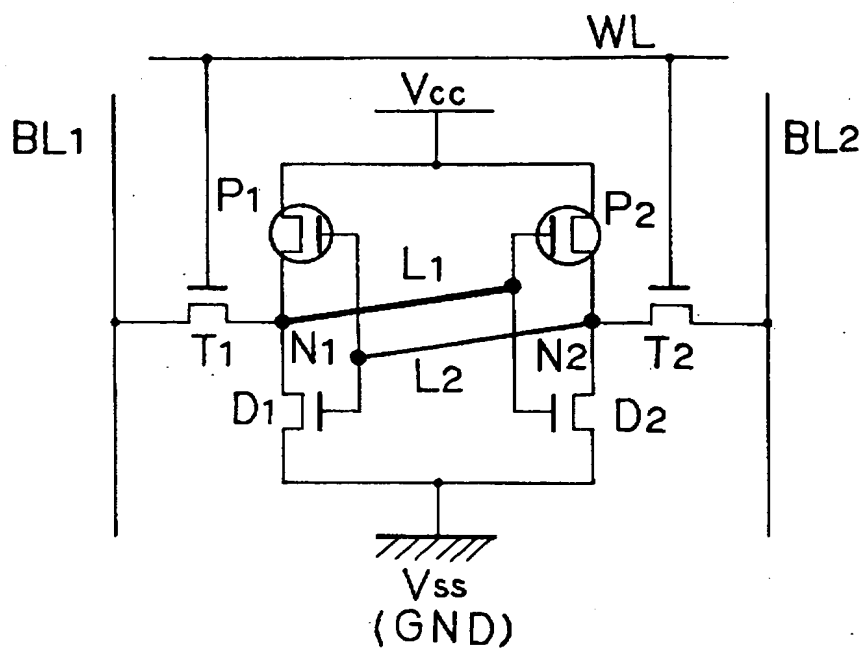
【図 20】



【図 2 1】



【図 22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 工程数を著しく増大させることなく、容易に、S R A Mのメモリセルサイズを縮小可能な技術を提供する。また、S R A Mの $\alpha$ 線ソフトエラー耐性を向上させる。

【解決手段】 一对の駆動トランジスタ及び一对の負荷トランジスタからなるフリップフロップ回路と一对の転送トランジスタとでメモリセルを構成するS R A Mを有する半導体記憶装置において、半導体基板上に設けた第1導電膜で形成された第1導電膜配線で、前記の駆動トランジスタ、負荷トランジスタ及び転送トランジスタのそれぞれのゲート電極を構成し、前記ゲート電極を含む半導体基板上に設けた第1絶縁膜に形成した埋込溝配線で、前記フリップフロップ回路のクロスカップルを構成する一对のローカル配線の一方を構成し、前記埋込溝配線を含む第1絶縁膜上に第2絶縁膜を介して設けた第2導電膜で形成された第2導電膜配線で、前記一对のローカル配線の他方を構成する。

【選択図】 図3



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名 日本電気株式会社